

Juuli Kiirikki

**JUOKSUKOULUN VAIKUTUS ANTROPOMETRIAAN, SUORI-
TUSKYKYYN SEKÄ LAKTAATTITASOIHIN TYÖIKÄISILLÄ**

JUOKSUKOULUN VAIKUTUS ANTROPOMETRIAAN, SUORITUSKYKYYN SEKÄ LAKTAATTITASOIHIN TYÖIKÄISILLÄ

Juuli Kiirikki
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma

Tekijä(t): Juuli Kiirikki

Opinnäytetyön nimi: Juoksukoulun vaikutus antropometriaan, suorituskykyyn sekä laktaattitasoihin työikäisillä

Työn ohjaaja(t): Jukka Jauhiainen, Hannu Kaikkonen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014

Sivumäärä: 86 + 1 liite

Opinnäytetyön lähtökohtana oli selvittää juoksukoulun vaikutuksia kehonkoostumukseen, maksimaaliseen suorituskykyyn, aerobiseen ja anaerobiseen kynnykseen sekä juoksunopeuteen pitkässä testijuoksussa työikäisillä miehillä ja naisilla. Tutkimuksessa käytettiin Oulun Diakonissalaitoksen liikuntaklinikan toteuttamaa kevään 2012 juoksukoulun aineistoa, joka sisälsi testihenkilöille suoritettua kehonkoostumusmittauksen, maksimaalista suorituskykyä testaavan juoksumattotestin sekä 45 minuutin juoksun testitulokset. Testit on suoritettu neljän kuukauden sisällä kaksi kertaa, joiden välissä testattavat ovat kuntoilleet henkilökohtaisten harjoitteluohjelmien mukaan.

Valmiit tulokset kirjattiin SPSS 15.0 for Windows -ohjelmaan, jonka avulla pystyttiin näkemään kunto- sekä juoksunopeuden muutokset testien välillä. Lopputuloksena tehtiin vertailua ja analysointia erikseen naisten ja miesten, eri ikäryhmien sekä lähtötasoltaan erilaisten ryhmien testitulosten muutoksista. Vertailutulokset jaettiin ryhmiin: antropometria, suorituskyky, laktaatti sekä syke. Tutkimuksessa käytettiin yhteensä 66 testihenkilön (naisia 52 ja miehiä 14) tuloksia. Keski-ikä oli naisilla 39,5±11,1 v ja miehillä 36,1±8,3 v. Keskipituus oli naisilla 165,1±4,7 cm ja miehillä 176,6±4,9 cm sekä keskipaino naisilla 70,4±12,6 kg ja miehillä 78,4±11,0 kg.

Antropometriaprofiilin muuttujista paino putosi naisilla 1,1 % ($p < 0,001$) ja miehillä 0,6 %. Rasvaprosentti laski naisilla 3,9 % ($p < 0,001$) ja miehillä 3,8 %. BMI laski naisilla 0,8 % ($p < 0,001$) ja miehillä 0,8 %. VFA laski naisilla 15,1 % ($p < 0,001$) ja miehillä 9,1 % ($p < 0,01$). Suorituskykyprofiilin muuttujista AerK kasvoi naisilla 8,6 % ($p < 0,001$) ja miehillä 10,1 % ($p < 0,001$). AnK kasvoi naisilla 5,7 % ($p < 0,001$) ja miehillä 9,8 % ($p < 0,001$). Maksimaalinen suorituskyky parani naisilla 5,7 % ($p < 0,001$) ja miehillä 4,3 % ($p < 0,001$). $VO_2\max$ parani naisilla 5,1 % ($p < 0,001$) ja miehillä 4,1 % ($p < 0,001$). 45 minuutin juoksun juoksumatkasta määritetty juoksunopeus parani naisilla 4,6 % ($p < 0,001$) ja miehillä 6,2 % ($p < 0,001$). Sekä naisilla että miehillä laktaatti- ja sykearvot kaikilla submaksimaalisilla tasoilla pienentyivät tilastollisesti hyvin ja erittäin merkitsevästi.

Työn tuloksista nähdään, että säännöllinen liikunta parantaa kehon koostumusta, aerobista tehoa, juoksunopeutta sekä pienentää laktaatin muodostumista ja työsykettä sukupuolesta, iästä tai kunnosta riippumatta. Yhdessä teoriataustan tuen ja tämän työn tulosten avulla voidaan korostaa liikunnan tärkeyttä. Tuloksia voidaan hyödyntää juoksukoulujen ja kunto-ohjelmien kehittämisessä ja suunnittelussa.

Asiasanat: antropometria, laktaatti, aerobinen (AerK) ja anaerobinen (AnK) suorituskyky, juoksukoulu, maksimaalinen hapenottokyky ($VO_2\max$)

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Medical Engineering

Author(s): Juuli Kiirikki

Title of thesis: Running program's effects to anthropometry, performance and lactate levels of working-age men and women

Supervisor(s): Jukka Jauhiainen, Hannu Kaikkonen

Term and year when submitted: Spring 2014

Number of pages: 86 + 1 attachment

The starting point of the thesis was to investigate the running program's effects to body composition, maximum performance, aerobic and anaerobic thresholds, as well as to the running speed in a long running test for working-age men and women. The study used the Oulu Deaconess Institute Department of Sports Medicine's running program's results from spring 2012 which carried out the material of body composition measurement, the maximum performance on a treadmill test and a 45-minute run test results. The tests have been carried out twice within four months while test persons trained with personal training programs.

The results were recorded using the SPSS 15.0 for Windows program which made it possible to see the changes in results between the tests. As a result, comparison and analysis for test result changes were carried out separately based on sex, age and fitness level. Comparable results were divided into groups: anthropometrics, performance, lactate and heart rate (HR). The study used test results from a total of 66 test persons (52 women and 14 men). The average age of women was 39.5 ± 11.1 years and 36.1 ± 8.3 years in men. Average height of females was 165.1 ± 4.7 cm and 176.6 ± 4.9 cm in males and the average weight of women was 70.4 ± 12.6 kg and 78.4 ± 11.0 kg in men.

The parameters from anthropometry profile: the weight decreased 1.1 % ($p < 0.001$) in females and 0.6 % in men. Body fat decreased 3.9 % ($p < 0.001$) in females and 3.8 % in men. BMI decreased 0.8 % ($p < 0.001$) in females and 0.8 % in men. VFA decreased 15.1 % ($p < 0.001$) in females and 9.1 % ($p < 0.01$) in men. The parameters from performance profile: AerK increased 8.6 % ($p < 0.001$) in females and 10.1 % ($p < 0.001$) in men. AnK increased 5.7 % ($p < 0.001$) in females and 9.8 % ($p < 0.001$) in men. Maximum performance improved 5.7 % ($p < 0.001$) in females and 4.3 % ($p < 0.001$) in men. VO_{2max} improved 5.1 % ($p < 0.001$) in females and 4.1 % ($p < 0.001$) in men. The running speed from a 45 minute test run improved 4.6% ($p < 0.001$) in females and 6.2 % ($p < 0.001$) in men. Lactate and HR values in all submaximal levels decreased statistically very and highly significantly in both men's and women's results.

The results of this thesis shows that regular exercise improves body composition, endurance, running speed, and also reduces the formation of lactate and submaximal HR regardless of gender, age or endurance. Along with the support of theoretical background these results can be used to emphasize the importance of physical activity. These results can be used in planning the running and fitness programs.

Keywords: anthropometrics, lactate, aerobic (AerK) and anaerobic (AnK) threshold, running program, the maximal oxygen uptake (VO_{2max})

ALKULAUSE

Haluan kiittää ODL liikuntaklinikkaa yhteistyöstä ja opinnäytetyöni aiheen löytämisestä. Erityinen kiitos Hannu Kaikkoselle mielenkiintoisesta aiheesta ja hyvästä ohjauksesta. OAMK:n yliopettaja Jukka Jauhiaiselle iso kiitos työn ohjauksesta ja neuvoista koko opinnäytetyön ajan. Kiitokset äidinkielenopettaja Pirjo Partaselle kielenhuollosta. Suuri kiitos myös läheisille ja ystäville kärsivällisyydestä ja tärkeästä tuesta.

Oulussa 28.4.2014

Juuli Kiirikki

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
KÄSITTEET	8
1 JOHDANTO	10
2 ANTROPOMETRISET JA KEHON KOOSTUMUSTA KUVAAVAT MITTAUKSET	12
2.1 Antropometria	12
2.1.1 Painoindeksi	12
2.1.2 Rasvaprosentti	13
2.1.3 Viskeraalirasva	13
2.1.4 Vyötärön ympärysmitta	14
2.1.5 Vyötärö-lantiosuhde	14
2.2 Kehon koostumuksen arviointi	15
2.2.1 Biosähköinen impedanssi	16
2.2.2 Ihopoimiumittaus	17
2.2.3 Infrapunasäde	18
2.2.4 Vedenalaispunnitus	19
3 ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA JA KESTÄVYYSOMINAISUUDET	20
3.1 Kehon aineenvaihdunta	20
3.1.1 Aerobinen lihastyö	20
3.1.2 Anaerobinen lihastyö	20
3.2 Kestävyyssominaisuudet	21
3.2.1 Aerobinen ja anaerobinen kestävyys	21
3.2.2 Aerobinen ja anaerobinen kynnys	22
3.2.3 Maksimaalinen suorituskyyky	23
3.2.4 Maksimaalinen hapenottokyyky VO ₂ max	24
3.3 Syke HR	25
3.3.1 Maksimisyke HRmax	25
3.3.2 Sykemittari	26

3.4 Laktaatti	26
4 LIIKUNTAKLINIKALLA TEHDYT MITTAUKSET	28
5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA -AINEISTO	30
5.1 Tutkimusmenetelmät	30
5.2 Testihenkilöiden esittely	31
6 TUTKIMUSTULOKSET	33
6.1 Antropometria	33
6.1.1 Koko aineisto	33
6.1.2 Sukupuolittain	34
6.1.3 Ikäryhmittäin	36
6.1.4 Tasoryhmittäin	37
6.1.5 Yhteenveto antropometriasta	40
6.2 Suorituskyky	41
6.2.1 Koko aineisto	41
6.2.2 Sukupuolittain	42
6.2.3 Ikäryhmittäin	45
6.2.4 Tasoryhmittäin	47
6.2.5 Yhteenveto suorituskvyyvystä	51
6.3 Laktaatti	52
6.3.1 Koko aineisto	52
6.3.2 Sukupuolittain	53
6.3.3 Ikäryhmittäin	57
6.3.4 Tasoryhmittäin	60
6.3.5 Yhteenveto laktaatista	64
6.4 Syke	65
6.4.1 Koko aineisto	65
6.4.2 Sukupuolittain	67
6.4.3 Ikäryhmittäin	70
6.4.4 Tasoryhmittäin	73
6.4.5 Yhteenveto sykkeestä	77
7 POHDINTA	78
LÄHTEET	84
Liite 1 Juoksukoulun malliohjelma	

KÄSITTEET

Aerobinen kynnys, AerK

Hapen avulla tapahtuvan, suurimman työtehon ja energiankulutuksen taso, jolloin veren laktaattipitoisuus ei nouse yli lepotaason. Yksikkönä ml/kg/min tai km/h ja min/km.

Anaerobinen kynnys, AnK

Ilman happea tapahtuvan, suurimman työtehon ja energiankulutuksen taso, jolloin veren laktaattipitoisuus ei kasva koko suorituksen ajan. Yksikkönä ml/kg/min tai km/h ja min/km.

Antropometria

Ensisijaisesti pituuteen, kehon massaan, kehon koostumukseen ja mittasuhteisiin perustuvat mittausmenetelmät.

ATP

ATP eli adenosiinitrifosfaatti on runsasenergiainen yhdiste, jota elimistö käyttää mm. energian siirtoon ja lyhytaikaiseen varastointiin.

BIA

Biosähköinen impedanssimenetelmä, jolla mitataan kehon sähkönjohtokykyä kehon koostumuksen määrittämisessä.

BMI

Body Mass Index eli kehon painoindeksi, jolla voidaan arvioida painon ja pituuden suhdetta. Saadaan laskukaavalla, jossa kehon paino jaetaan pituuden neliöllä (kg/m^2).

Epäsuora menetelmä	Maksimaalisen hapenottokyvyn arviointimenetelmä kestävyysominaisuuksien määrittämiseen.
HR	Heart Rate eli sydämen tekemän työn mittaussuure, syke, joka ilmoitetaan lyönteinä minuutissa.
Laktaatti	Laktaatti on maitohapon suolamuoto, jota muodostuu anaerobisen glykolyysin jälkituotteena eli lihassolussa hajotettaessa sokeria ATP:ksi ilman happea. Yksikkönä mmol/l.
Maksimaalinen hapenottokyky, $VO_2\max$	Kertoo kuinka paljon hengitys- ja verenkiertoelimistö pystyy kuljettamaan happea lihaksille minuutin aikana, yksikkönä ml/kg/min.
Rasvaprosentti	Koko kehon painon rasvan määrä prosentteina (%).
Suhteellinen $VO_2\max$	Maksimaalinen hapenottokyky kehon painoon suhteutettuna, yksikkönä ml/kg/min.
Suora menetelmä	Maksimaalisen hapenottokyvyn mittausmenetelmä hengitysmuuttujia käyttäen, kestävyysominaisuuksien määrittämiseen.
VFA	Viskeraalirasva eli vatsaontelon sisäisen rasvan pinta-ala, yksikkönä cm^2 .

1 JOHDANTO

Kansanterveytemme edistämisen kannalta säännöllisen liikunnan roolia voidaan pitää tärkeässä asemassa erilaisten sairauksien ennaltaehkäisyssä, hoidoissa sekä kuntoutuksissa. Aikaisempi tutkimustieto osoittaa, että esimerkiksi riittävä lihaskunto sekä hyvä aerobinen- eli kestävyyskunto ovat tehokas suoja ennenaikaisen kuoleman vaaralle. Ne ovat myös yhteydessä hyvään fyysiseen toimintakykyyn sekä parempaan elämänlaatuun erityisesti ikääntyvillä ihmisillä. (1.)

Liikkumattomuuden vaikutukset voivat näkyä ihmisten kasvavina terveysongelmina yhteiskunnan tasolla asti. Liikuntasuositus Suomessa terveille aikuisille (18–65-vuotiaat) on vähintään 30 minuuttia kohtuukuormitteista kestävyysliikuntaa viitenä päivänä viikossa tai 20 minuuttia raskasta liikuntaa kolmena päivänä viikossa. Tämän lisäksi tarvitaan vähintään kahtena päivänä viikossa liikuntaa, mikä ylläpitää tai lisää lihasten voimaa sekä kestävyyttä esimerkiksi kuntosaliharjoittelun avulla. (2, s. 75.)

Juoksu on hyvin suosittu ja kätevä tapa liikkua, kun halutaan harjoittaa kestävyyskuntoa ja hankkia hyvää mieltä sen virkistävän vaikutuksen avulla. Juoksulla on paljon hyviä, terveyttä edistäviä vaikutuksia, kuten sydänlihaksen vahvistuminen, hengitys- ja verenkiertoelimistön kehittyminen sekä verenpaineen aleneminen. Juoksun jälkeinen palautuminen saa aikaan myös rentouden ja hyvänolon tunteen, kun aivot erittävät endorfiinia elimistöön. (2, s. 331.)

Tässä opinnäytetyössä selvitetään juoksuharjoittelun vaikutuksia kehonkoostumukseen, maksimaaliseen suorituskyykyyn, aerobiseen ja anaerobiseen kynnykseen sekä juoksunopeuteen pitkässä testijuoksussa työikäisillä miehillä ja naisilla. Oulun Diakonissalaitoksen liikuntalääketieteellinen klinikka toimii tämän opinnäytetyön tilaajana. Työn ohjaajana toimii testauspäällikkö Hannu Kaikkonen. Terveyttä edistävä ODL liikuntaklinikka tarjoaa luotettavaa ja kokonaisvaltaista tukea, ravinto-ohjausta sekä terveys- ja kuntotestauksia kaikenikäisille ja -tasoisille liikunnan harrastajille.

Tutkimuksessa käytettiin vuonna 2012 ODL liikuntaklinikalla toteutetun juoksukoulun aineistoa, josta poimittiin testihenkilöiden ikä, sukupuoli, rasvaprosentti,

rasvamassa, viskeraalirasvan pinta-ala, laktaattitasot, sykkeet, aerobinen ja anaerobinen kynnys sekä juoksunopeus. Testit on suoritettu neljän kuukauden sisällä kaikille testihenkilöille kaksi kertaa. Opinnäytetyötä varten valmiit tulokset kirjattiin SPSS 15.0 for Windows -ohjelmaan, jonka avulla saaduista kuvaajista pystyttiin näkemään kunto- sekä juoksunopeuden muutokset testien välillä. Lopputuloksena tehtiin vertailua ja analysointia erikseen miesten ja naisten, eri ikäryhmien sekä lähtötasoltaan erilaisten ryhmien testitulosten muutoksista kahden testin välillä. Vertailutulokset jaettiin neljään ryhmään: antropometria, suorituskyyky, laktaatti, sekä syke.

2 ANTROPOMETRISET JA KEHON KOOSTUMUSTA KUVAAVAT MITTAUKSET

2.1 Antropometria

Antropometrisilla mittauksilla pystytään arvioimaan ihmisen ali- tai ylipainitsemusta sekä kasvua. Mittaukset perustuvat ensisijaisesti pituuteen, kehon massaan sekä kehon mittasuhteisiin ja koostumukseen. Antropometrian avulla voidaan esimerkiksi arvioida syömishäiriöpotilaiden ja laihduttajien tilaa ja hoidon seuranta sekä asettaa tavoitteita hoidolle. Antropometriaa hyödynnetään myös aikuisten urheilijoiden seurannassa. (3, s. 45.)

2.1.1 Painoindeksi

Koska ihmiset ovat eripituisia, pelkkä kehon paino ei kerro, onko ylipainoa vai ei. Painoindeksin avulla voidaan kuvata pituuden ja painon suhdetta. Sanan lyhennys BMI tulee englannin kielen sanoista Body Mass Index. Painoindeksi voidaan laskea siten, että paino jaetaan pituuden neliöllä (kaava 1).

$$BMI = \frac{kg}{m^2} \qquad \text{KAAVA 1}$$

kg = henkilön paino (kilogrammoina)

m = henkilön pituus (metreinä)

Painoindeksitaulukosta nähdään määritelmä saadulle lukemalle (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Painoindeksin määritelmä (6)

Lievä alipaino	alle 20
Normaali paino	20–25
Lievä lihavuus	25–30
Merkittävä lihavuus	30–35
Vaikea lihavuus	35–40
Sairaalloinen lihavuus	yli 40

Painoindeksiä voidaan käyttää yli 18-vuotiaiden painon määrittämiseen. Tätä nuorempien kehon suhteet voivat olla erilaiset, joten pelkkä painoindeksi ei vastaa totuutta. Lasten painoindeksissä laskettu BMI-arvo muutetaan lapsen iän mukaan aikuista vastaavaksi. (4.)

Valtaosalle ihmisistä paino pystytään määrittämään painoindeksin avulla. Painoindeksiä laskettaessa ei voida kuitenkaan erottaa lihas- ja rasvakudosta, eli hyvin lihaksikkailla ihmisillä tulos vastaisi ylipainoista, vaikka kyse olisikin lihaksikkeudesta. (5.)

2.1.2 Rasvaprocentti

Koko kehon painon rasvan määrä ilmoitetaan rasvaprocentin avulla. Ylipainon arvioinnissa rasvaprocentti on hieman parempi mittari kuin pelkkä painoindeksi. Esimerkiksi kehonrakentajien alhainen rasvaprocentti ei näkyisi painoindeksissä, joka näyttää lihasmassan vuoksi ylipainoa. Heikompihaskuntoisella voi olla suuri rasvaprocentti, mutta pelkän painoindeksin mukaan tulos saattaisi olla normaali. Normaalien rasvaprocenttien ihannearvo on naisilla noin 22 % ja miehillä noin 15 %. (7.)

2.1.3 Viskeraalirasva

Viskeraalirasvaksi kutsutaan vatsan seudun sisäelinten ympärille kertyvää, terveydelle haitallista rasvaa. Ihonalainen tai esimerkiksi reisiin kertyvä rasva on

terveyden kannalta vaarattomampaa kuin viskeraalirasva. Viskeraalirasvan sijaintia voidaan arvioida antropometrisillä mittauksilla. Tällaisessa arvioinnissa, kuten vatsan ympärysmittauksessa, on kuitenkin vaikeaa erottaa vatsanseudun ihonalaista ja sisäelinten rasvaa toisistaan. (3, s. 46.)

2.1.4 Vyötärön ympärysmitta

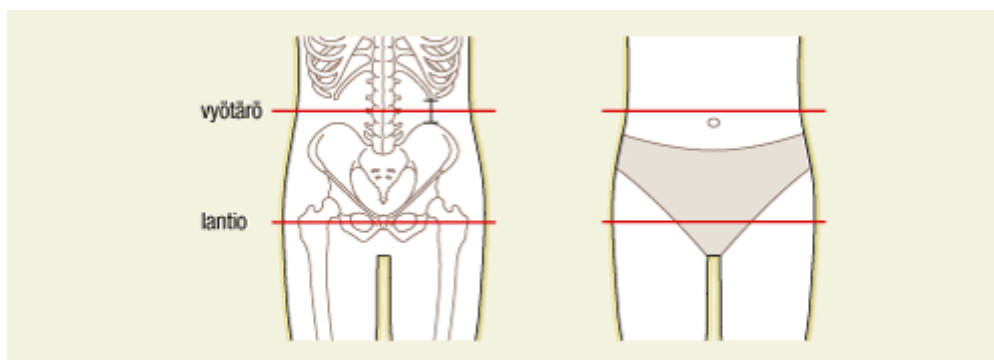
Vyötärön ympärysmittan avulla saadaan suuntaa antavasti tietoa kehon muodosta, koostumuksesta ja terveydellisistä riskeistä. Vyötärön ympärysmitta mitataan mittanauhalla alimman kylkiluun ja suoliluun puolesta välistä henkilön seistessä. Normaalin uloshengityksen lopussa tulos voidaan lukea mittanauhasta. Vyötärön suuri ympärysmitta osoittaa lihavuuden terveysriskit hyvin. Aikuisten lihavuuden hoitosuosituksen mukaan suositeltava vyötärön ympärysmitta on naisilla alle 80 cm ja miehillä alle 90 cm (taulukko 2). (3, s. 46 ; 6.)

TAULUKKO 2. Vyötärön ympärysmitta (6)

	Ei riskiä	Lievä riski	Suuri riski
Miehet	alle 90 cm	90–100 cm	yli 100 cm
Naiset	alle 80 cm	80–90 cm	yli 90 cm

2.1.5 Vyötärö-lantiosuhde

Mitä enemmän lantion ja vyötärön ympärysmittat eroavat toisistaan lantion hyväksi, sen terveemmin rasva on jakaantunut vartaloon. Suhdeluku voidaan siis laskea jakamalla vyötärön ympärysmitta lantion ympärysmittalla. Vyötärön ympärysmitta mitataan mittanauhalla alimman kylkiluun ja suoliluun puolesta välistä ja lantion ympärysmitta pakaroiden korkeimmalta kohdalta, molemmat henkilön seistessä (kuva 1). Normaalin vyötärön ja lantion suhdeluvun tulisi olla naisilla alle 0,8 ja miehillä alle 1,0. Korkeampi luku kertoo vatsanseutuun kertyneestä ylimääräisestä rasvasta, joka on riski terveydelle. (8.)



KUVA 1. Kohdat, joista vyötärön ja lantion ympärysmittat mitataan (9)

Suurilukuinen vyötärö-lantiosuhde voi merkitä muun muassa sydän- ja verisuonitauti- sekä aikuistyyppin diabetesriskin kasvua. Vyötärö-lantiosuhde on yleisemmin käytetty rasvan sijainnin osoitin kuin pelkkä vyötärön ympärysmitta. (3, s. 47.)

2.2 Kehon koostumuksen arviointi

Kehon koostumusta pystytään arvioimaan erilaisten mittausmenetelmien ja -järjestelmien avulla, mutta niiden luotettavuus voi vaihdella paljon. Arviointia varten tulee mitata yksi tai useampi kehon ominaisuus, kuten kehon tilavuus. Yksinkertaisimmat menetelmät perustuvat ennusteyhtälöihin, jotka auttavat muuttamaan mitatut ominaisuudet kehon koostumukseksi. Ennusteyhtälöt on voitu arvioida mittauksista, joissa kehon koostumus on mitattu tarpeeksi suurelta joukolta ihmisiä. Ennusteyhtälöiden selvittämiseen on käytetty jotakin tutkittavaa kenttämenetelmää sekä laboratoriomenetelmää. (3, s. 47.)

Kehonkoostumusmittaukset voidaan jakaa laboratorio- ja kenttämenetelmiin. Kenttämenetelmät ovat nopeampia ja halvempia, ja ne perustuvat ennusteyhtälöihin. Kehon koostumuksen arvioinnin tulokseen vaikuttaa pitkälti se, mitä mittausmenetelmää ja laitteistoa käytetään, kuka toimii mittaajana ja millainen on kohderyhmä. Koska mittausmenetelmiä ja -tapoja on useita, tulisi tuloksia tulkita varovaisesti eikä eri menetelmillä saatuja tuloksia tulisi verrata keskenään. (3, s. 48.)

2.2.1 Biosähköinen impedanssi

Biosähköisen impedanssimenetelmän (lyh. bioimpedanssi, BIA) avulla voidaan mitata kehon sähkönjohtokykyä. Bioimpedanssilaitteella käytetään yleisesti yksitaajuisista 50 kHz:n, 800 mA:n suuruista heikkoa sähkövirtaa. Menetelmä perustuu laitteen syöttämän sähkövirran kiertoon vartalossa, kun erilaiset kudokset, nesteet sekä rasvat johtavat sähköä erilailla. Sähkönjohtavuus paranee, mitä suurempi solunulkoinen nestetilavuus on. Sähkövirta kulkee sitä nopeammin, mitä enemmän lihaskudosta on kehossa. Bioimpedanssimittaus antaa arvioidut tulokset koko kehon veden, rasvattoman massan ja rasvan määrästä. (3, s. 50 ; 10 ; 6.)

Bioimpedanssimittaus on helppo ja nopea mittausmenetelmä kehon koostumuksen arviointiin. Ennen mittauksen aloitusta mitattavan henkilön ranteeseen, kämmenselkään, jalkaterään ja nilkkaan kiinnitetään elektrodit (laitteesta riippuen). Mittauksen ajan henkilö on makuuasennossa, kädet ja jalat irti vartalosta. Tuloksena saadaan laitteen arvioima kehon rasvaprosentti mitattavan taustatietojen, sähkövirran kulkunopeuden sekä laskentakaavojen perusteella. Tulokseen kuitenkin vaikuttaa myös mitattavan ravinnon, nesteen ja liikunnan määrä, koska mittaus perustuu kehon nestetasapainoon. Mittausta vakioitaessa mitattavan tulisi valmistautua testiin muun muassa olemalla syömättä vähintään neljään tuntiin, hikoilematta ja ilman alkoholia viimeiseen 24 tuntiin. Ennen testiä tulisi myös virtsarakko tyhjentää sekä riisua korut ja kellot pois. Naisilla myös kuukaudenaika voi vaikuttaa tulokseen. (3, s. 50 ; 6.)

Kehonkoostumusmittauksia varten liikuntaklinikalla on käytössä InBody 720 -laite (kuva 2), jolla on saatu tässä työssä käytetyt antropometriset mittautulokset. Laite on nopea ja helppokäyttöinen. Mittaus tapahtuu yhdessä minuutissa. Laitteen ilmoittamat tulokset perustuvat täysin sen tekemiin mittauksiin eivätkä arvioihin esimerkiksi laitteeseen syötetyn iän tai sukupuolen perusteella. Laite tulostaa selkeän ja monipuolisen A4-raportin tuloksista heti mittauksen päätyttyä. Mittautuloksina saadaan muun muassa kehon kokonaispaino (kg), rasvan massa (kg), lihasmassa (kg), rasvakudoksen määrä (kg), rasvaprosentti (%), kehon nesteet (l), painokontrollitavoite (kg), lihastasapaino (kädet, jalat ja

keskivartalo), raajojen puolierot, vyötärö-/lantiosuhde (WHR), segmentaalinen lihasjakauma (kädet, jalat, keskivartalo), perusaineenvaihdunta (kcal), painoindeksi (BMI), kehon solupaino (kg) sekä viskeraalirasva (cm²). (11.)



KUVA 2. InBody 720 -laite kehon koostumuksen mittaukseen (12)

2.2.2 Ihopoimumittaus

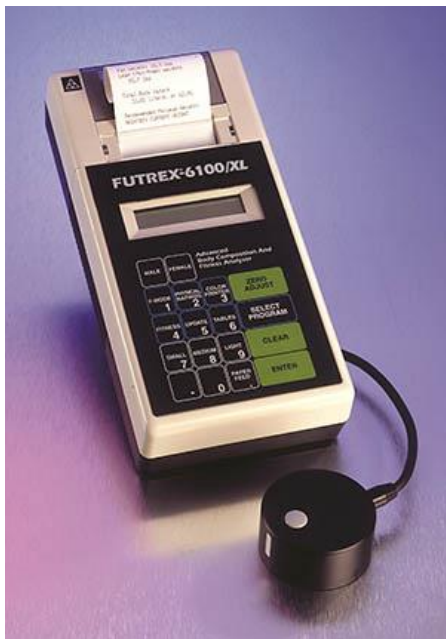
Koko kehon rasvamäärästä noin puolet on ihonalaista rasvaa, jonka paksuus saadaan laskettua ihopoimumittauksen avulla. Ihopoimumittauksessa mittausvälineenä käytetään siihen tarkoitettuja pihtejä, joiden väliin ihopoimu asetetaan, ja joista poimun paksuuslukema luetaan. (3, s. 48.) Ihopoimumittauksessa mittoja otetaan yhteensä kolme kertaa kaikista mitattavista kohteista kehossa, joita ovat hauis, ojentajat, lapaluun alakulma sekä solisluun harju. Mittauskohtien tulee olla samat aina testiä toistettaessa, ja mittaukset tehdään useimmiten kehon oikealta eli dominoivalta puolelta. Tulos ihopoimun paksuudesta saadaan laskemalla keskiarvo kolmelle mittauslukemalle. Kaikkien mittauskohtien keskiarvolukemat lasketaan yhteen, minkä jälkeen tulokselle arvioidaan rasvapro-

senttilukema oman sukupuolen ja iän kohdalta kehon rasvaprosentti-viitearvotaulukosta. (6.)

Pihtimittauksen virhemarginaali kasvaa sitä mukaa, mitä suurempi osuus rasvalla on kehonpainosta. Hyvin lihavilla ihopoimut saattavat olla niin suuria, että poimujen paksuuden mittaaminen tarkasti ja toistettavasti on vaikeaa. (3, s. 50.)

2.2.3 Infrapunasäde

Kehon koostumusta voidaan arvioida infrapunasäteellä, jonka toiminta perustuu infrapunasäteen heijastumiseen mitattavasta kudoksesta. Mittaus tehdään hauislihaksen päältä. Mittaukseen käytetään Futrex-laitetta (kuva 3), johon syötetään henkilön ikä, sukupuoli, pituus, paino sekä mahdollisesti myös fyysinen aktiivisuus. Laite arvioi kehon koostumuksen käyttämällä ennusteyhtälöä mitatun ominaisuuden sekä syötettyjen esitietojen perusteella. (3, s. 50.)



KUVA 3. FUTREX-6100-laite kehon koostumuksen arviointiin (13)

Menetelmä on helppo ja nopea, ja mittaus voidaan suorittaa milloin tahansa. Laitteesta saadaan tuloksena muun muassa kehon koko paino, painoindeksi, kehon rasvan määrä kiloina ja prosenttina, elimistön tarvitseman vähimmäisrasvan määrä, energian varastointiin tarvittavan ylimääräisen rasvan määrä, liiallisen eli epäterveellisen rasvan määrä, energiankulutus levossa, sekä kehon

nesteiden määrä. (13.) Futrexin mittaustarkkuus on samalla tasolla ihopoimu- ja BIA-menetelmien kanssa. Laite systemaattisesti arvioi lihaviiden henkilöiden rasvan määrän liian pieneksi. (3, s. 50.)

2.2.4 Vedenalaispunnitus

Kehon massan ja tilavuuden perusteella saadaan laskettua henkilön keskimääräinen tiheys, jonka avulla kehon suhteellinen koostumus voidaan laskea. Henkilön tilavuus saadaan mitattua vedenalaispunnituksen avulla. Arkhimedeen lain mukaisesti kun testattava upotetaan veteen, kehon paino kevenee saman verran kuin sen syrjäyttämä vesimäärä painaa. Veteen upotettu henkilö kevenee, koska syrjäytynyt vesimäärä aiheuttaa nosteen. Tilavuus saadaan selvitettyä, kun henkilö punnitaan maalla ja vedessä. Lisäksi tulee ottaa huomioon veden tiheys, keuhkoissa ja suolistossa oleva ilmamäärä punnitushetkellä sekä henkilön eri kudoksien tiheydet, jotka myös vaikuttavat nosteeseen. Vedenalaispunnitus kehon koostumuksen arvioinnissa on yksi luotettavimmista mittausmenetelmistä etenkin terveillä aikuisilla ihmisillä. Huolellisen vedenalaispunnituksen suorittaminen kestää 30–45 minuuttia. (3, s. 48.)

3 ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA JA KESTÄVYYSOMINAISUUDET

3.1 Kehon aineenvaihdunta

Ennen rasituksen alkamista autonominen hermosto valmistautuu fyysiseen aktiivisuuteen nostamalla sykettä, minuuttitilavuutta ja verenpainetta sekä kiihdyttämällä hengitystä ja vilkastamalla aineenvaihduntaa. Samoin lihasten verenkierto muuttuu rasitukseen valmistautuessa, kun hermosto laajentaa verisuonia ja ohjaa verta jo ennalta lihaksille, vaikkei hapenkulutus ole vielä lisääntynyt. (2, s. 77.)

Aineenvaihdunnassa voi joko vapautua energiaa (ATP eli adenosiinitrifosfaattiyhdiste hajoaa) tai sitoutua energiaa (uutta ATP:tä muodostuu). Lihakset käyttävät aerobista tai anaerobista mekanismeita energiantuottoonsa liikkumisen kuormittavuuden ja keston mukaan. (2, s. 108.)

3.1.1 Aerobinen lihastyö

Kyseessä on aerobinen aineenvaihdunta, kun se edellyttää hapen läsnäoloa. Aerobinen lihastyö on esimerkiksi rauhallista kävelyä tai hölkkäämistä, missä lihakset saavat supistumisenergiansa eli ATP:n hapen avulla hajotetuista ravintoaineista. (2, s. 111.)

3.1.2 Anaerobinen lihastyö

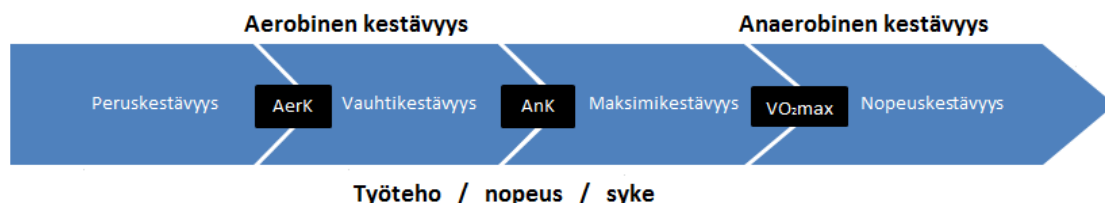
Aineenvaihdunta on anaerobista silloin, kun happea ei tarvita. Anaerobisessa lihastyössä ATP:tä muodostuu ilman happea. Maitohappoa muodostuu, kun pilkotaan glykogeeniä. Maksimaalista lihastyötä voidaan harjoittaa 1,3–1,6 minuuttia ATP:n avulla. Anaerobisen työn aikana valtimoveri kuljettaa ravintoaineita ja happea (O₂) lihaksiin, kun taas laskimoveri kuljettaa lihaksissa syntyneen maitohapon sekä hiilidioksidin (CO₂) pois. (2, s. 110.)

3.2 Kestävyyssominaisuudet

Kestävyysskunto kertoo elimistön kyvystä vastustaa väsymystä, kuljettaa happea ja käyttää sitä lihastyön vaatimaan energiantuottoon. Pitkäkestoisessa kuormittavassa liikunnassa kuormitus kohdistuu pääasiassa hengitys- ja verenkiertoelimistöön ja työtä tekevien lihasten aineenvaihduntaan. Kun kehoa kuormitetaan, energiantarve ja hapenkulutus kasvavat. Kuormituksen sekä hapenkulutuksen kasvut ovat tiettyyn rajaan saakka suoraviivaisessa suhteessa. Tämän jälkeen hapenkulutus hidastuu, eikä se nouse enää, vaikka kuormitusta lisättäisiin. Tässä vaiheessa on saavutettu maksimaalinen hapenottokyky (VO_{2max}). (14.)

3.2.1 Aerobinen ja anaerobinen kestävyys

Kestävyyssominaisuudet koostuvat aerobisesta ja anaerobisesta kestävyysalueesta. Aerobinen kestävyys voidaan jakaa kolmeen eri tehotasoon, joita ovat aerobinen peruskestävyys, aerobinen vauhtikestävyys sekä maksimaalinen aerobinen kestävyys. Tasojen välisistä rajoista käytetään termejä aerobinen kynnyks (AerK) ja anaerobinen kynnyks (AnK). Kynnykset voidaan ilmoittaa syke- tai työtahonä, työtahona (nopeutena), hapenkulutuksena tai prosentteina maksimaalisesta hapenottokyvystä (VO_{2max}). (15, s. 11.) Anaerobinen kestävyys tarkoittaa elimistön kykyä vastustaa väsymystä, kun on kyse nopeasta ja suuritehoisesta lihastyöstä (15, s. 12). Anaerobisen kestävyysalueen eli nopeuskestävyyden määrittää raja (VO_{2max}), jossa työtaho ylittää maksimaalisen aerobisen tehon. Nopeuskestävyyssalueella energiantuotto on pääasiallisesti anaerobista aineenvaihduntaa (kuva 4). (3, s. 57.)



KUVA 4. Kestävyyden eri osa-alueet (3, s. 51 muokattu.)

Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa ja lihasten aerobista aineenvaihduntaa voidaan parantaa kestävyysharjoittelun avulla. Kun aerobinen kestävyys paranee, myös riski sairastua sydämen ja verenkiertoelinten sairauksiin pienenee. Kestävyysominaisuuksia voidaan määrittää maksimaalisen hapenottokyvyn mittaamisella, joka voidaan mitata suoralla tai arvioida epäsuoralla menetelmällä. (3, s. 51.) Mittaukset voidaan suorittaa lajinomaisesti esimerkiksi juoksumatolla juosten, sauvakävelen tai polkupyöräergometrillä pyöräillen. Kun mittauksilta vaaditaan suurta mittaustarkkuutta, käytetään yleensä suoria hapenoton testimenetelmiä hengityskaasuanalysointilaitteiden avulla. (3, s. 65.) Epäsuorat arviointimenetelmät ovat edullisempia sekä helpommin toteutettavia ja toistettavia menetelmiä maksimaalisen hapenkulutuksen mittaamiseen (3, s. 78).

3.2.2 Aerobinen ja anaerobinen kynnys

Maksimaalisen hapenottokyvyn mittaukset perustuvat aerobisen ja anaerobisen kynnyksen määrittämiseen. Niiden avulla voidaan esimerkiksi seurata kunnon kehitystä ja laatia harjoitusohjelmia. (3, s. 51–52.) Aerobisen ja anaerobisen kynnysten määrittäminen perustuu muutokseen lihasten energia-aineenvaihdunnassa, kun suoritusteho lisääntyy. Muutoksia voidaan seurata mittaamalla uloshengitystä, veren laktaattipitoisuutta sekä sydämen sykettä. (3, s. 52.)

Aerobinen kynnys tarkoittaa suurinta työtehoa ja energiankulutuksen tasoa, jossa veren laktaattipitoisuus ei nouse yli lepotason. Maksimaalisen hapenottokymmittauksen avulla aerobinen kynnys voidaan määrittää kohtaan, jossa tapahtuu samanaikaisesti ensimmäinen laktaatti- sekä ventilaatiokynnys. Laktaattikynnyksellä tarkoitetaan kohtaa, jossa laktaattipitoisuus nousee perustasosta ensimmäisen kerran kun suoritustehoa lisätään. (3, s. 52.) Ventilaatiokynnyksessä hiilidioksidin tuotto kasvaa, mikä johtaa hengitysosamäärän nousuun sekä ventilaation ensimmäiseen epälineaariseen nousuun suhteessa hapenkulutukseen. Elimistön pH eli happamuustaso säilyy ennallaan. (15, s. 25.)

Aerobinen kynnys kuvaa peruskestävyyden tasoa. Kynnystasolla syke- sekä laktaattitasot ovat yksilöllisiä. Aerobisen kynnyksen sykettä voidaan pitää peruskestävyyden harjoittamisen karkeana yläsykkeenä. (16.) Syke on yleensä

noin 40 lyöntiä (30–60) alle maksimisykkeen ja veren laktaattipitoisuus noin 1,5 mmol (1,0–2,5 mmol) (15, s. 30).

Anaerobinen kynnys taas vastaa suurinta työtehoa ja energiankulutuksen tasoa, jossa veren laktaattipitoisuus ei kasva koko suorituksen ajan. Kynnys määritellään kohtaan, jossa laktaattipitoisuudessa tapahtuu toinen lineaarisuudesta poikkeava jyrkempi nousu. Tämä johtuu siitä, että kun aerobisen kynnyksen jälkeen suoritustehoa lisätään, laktaatin tuotto ja eliminaatio eivät pysy enää tasapainossa. Maitohapon kasautumisen vuoksi lihas ja veri eivät enää kykene puskuroimaan happamuutta. Anaerobisella kynnyksellä myös ventilaatio lisääntyy nopeammin kuin hapenkulutus ja hiilidioksidin tuotto. (3, s. 52 ; 15, s. 25.)

Anaerobinen kynnys kuvaa vauhtikestävyys-tasoa. Lisäksi se kuvaa elimistön kykyä poistaa verestä hiilidioksidia ja laktaattia sekä kykyä puskuroida maitohappoa estämällä happamuuden lisääntymisen. Kynnystasolla syke- sekä laktaattitasot ovat yksilöllisiä. Anaerobisen kynnyksen sykettä voidaan pitää vauhtikestävyys-tasoa harjoittamisen karkeana yläsykkeenä ja maksimaalisen hapenotto-kyvyn harjoittamisen alasykkeenä. (15, s. 25 ; 16.) Syke on yleensä noin 20 lyöntiä (10–30) alle maksimisykkeen ja veren laktaattipitoisuus noin 3 mmol (2,5–4,0 mmol) (15, s. 30).

Uudemman käsityksen mukaan lyhytkestoisessa kuormittavassa lihastyössä laktaattia muodostuu nopeasti enemmän kuin mitä aktiiviset lihakset pystyvät käyttämään, jolloin laktaattipitoisuus lihaksissa nousee ja laktaattia siirtyy vereen. Vereen erittyy kuitenkin laktaattia myös maksasta, munuaisista sekä ihosta, joten kuormitustason mittarina anaerobinen kynnys ei ole täysin luotettava. (2, s. 127.)

3.2.3 Maksimaalinen suorituskyyky

Rasituksen aikana syke ja hapenkulutus nousevat vielä hetken tasaisesti anaerobisen kynnyksen jälkeen, kunnes elimistö ei pysty käyttämään enempää hapeta energianlähteenä, vaan joutuu turvautumaan anaerobiseen (ei-hapenvaraiseen) energiantuotantoon. Tämän vuoksi laktaattia muodostuu voimakkaammin ja laktaattipitoisuus kasvaa jyrkästi. Hengitystiheyttä ja -syvyyttä

on mahdollista vielä lisätä tahdonalaisesti työskenneltäessä maksimisykkeellä. Maksimaalisessa rasituksessa hengitys, hapenkulutus ja syke ovat maksimissaan ja lihakset täyttyvät laktaatista. (2, s. 78.)

3.2.4 Maksimaalinen hapenottokyky $VO_2\text{max}$

Maksimaalisen suorituskyvyn muuttujat ovat samoja kuin kynnysmuuttujat. Maksimaalista suorituskykyä kuvataan maksimaalisella hapenottokyvyllä (teoreettinen VO_2 ja todellinen VO_2). Syke- sekä laktaattitasot ovat yksilöllisiä. (16.) Maksimaalisella hapenottokyvyllä tarkoitetaan hengitys- ja verenkiertoelimistön kykyä kuljettaa happea sekä toimivien lihasten kykyä käyttää sitä energiantuotannossa, kun on kyse maksimaalisesta rasituksesta. Maksimaalinen hapenottokyky on suoraan verrannollinen urheilijan kestävyyskykyyn, ja sitä pidetäänkin tärkeimpänä kestävyyskunnan mittarina. Maksimaalinen aerobinen teho sekä maksimaalinen hapenkulutus tarkoittavat myös samaa, ja lyhenteenä voidaan käyttää $VO_2\text{max}$. (14.)

Kun maksimihapenotto ilmaistaan litroina minuutissa (l/min) eli absoluuttisena arvona, se kertoo litroina hapen määrän mitä elimistö pystyy käyttämään yhdessä minuutissa. Yleisimmin hapenottokyvyn arvo ilmoitetaan suhteellisenä, eli kehon painokiloa kohden (ml/kg/min). Suuremman lihasmassan takia hapenottoarvot miehillä ovat keskimäärin korkeampia kuin naisilla. Maksimaaliseen hapenottokykyyn vaikuttaa painon ja sukupuolen lisäksi myös ikä, perimätekijät sekä fyysisen harjoittelun määrä. Hapenottokyvyn arvo voidaan mitata suoraan maksimaalisen kuormituksen aikana tai se voidaan arvioida matalammalta suoritustasolta epäsuorasti. Suora mittaaminen vaatii tarkat laboratorio-olosuhteet sekä hengityskaasujen mittaukseen hengityskaasuanalysaattorin. Epäsuora submaksimaalinen arviointimenetelmä perustuu tehdyn työn ja sykkeen väliin suhteeseen, mikä voidaan määrittää esimerkiksi polkupyöräergometrillä. (14.)

Maksimaalinen hapenotto määritetään saavutetuksi, kun mitattu VO_2 alkaa tasaantua tai laskea, syke on maksimaalinen, laktaattitaso on korkea tai kun testattava kokee saavuttaneensa maksimin ja haluaa lopettaa testin (15, s. 31). Liikuntaklinikalla tehdyissä juoksumattotesteissä teoreettinen $VO_2\text{max}$ on las-

kettu maton nopeuden ja kulman (vakio 1°) perusteella. Tämä kertoo sen, kuinka paljon happea kulutetaan hyvällä tekniikalla kyseisellä kuormalla. (16.)

Liikkumalla riittävästi hapenottoa voidaan kasvattaa. Tämän seurauksena kestävyys, hengitys- ja verenkiertoelimistön toiminta, aineenvaihdunta sekä lihasten hapen- ja energiankäyttö tehostuvat ja kehittyvät. Elimistön kyky työkennellä aerobisesti (hapen avulla) paranee, samoin lihakset pystyvät käyttämään paremmin glykogeenia (hiilihydraateista muodostunutta energiaa) hyväkseen. (14.)

3.3 Syke HR

Sydämen tekemän työn mittayksikkö on syke, joka ilmoitetaan lyönteinä minuutissa. Sykkeeseen vaikuttaa rasituksesta riippumatta myös ikä, sydämen koko ja perinnöllisyystekijät. Lepotilassa normaali sydän pumpkaa verta noin viisi litraa minuutissa, jolloin sydämen syke on noin 60–80 lyöntiä minuutissa. Mitä pienempi on leposyke, sitä paremmassa kunnossa on sydänlihas. Esimerkiksi kestävyysurheilijan leposyke saattaa olla vain 30 lyöntiä minuutissa. Kun rasitus lisääntyy eli kehon kudosten hapen tarve kasvaa, sydänlihas joutuu pumpaamaan enemmän hapekasta verta verenkiertoelimistöön ja sieltä lihaksille, jolloin syke nousee. Syke laskee, kun rasitus vähenee eli kun lihasten hapentarve pienenee. Vahvakuntoinen sydän pumpkaa suuremman määrän hapekasta verta kuin pienempi ja heikkokuntoisempi sydänlihas. (17.)

Sydämen ja verenkiertoelimistön kuntoa voidaan parantaa säännöllisen liikunnan avulla, mikä vaikuttaa myös leposykkeen pienenemiseen. Harjoittelun avulla voidaan kasvattaa sydämen iskutilavuutta jopa 25 prosenttia. Turvallisen harjoittelun lähtökohtana on tuntemus omasta raskuudesta, jota voidaan seurata sykkeestä. (17.)

3.3.1 Maksimisyke HRmax

Maksimisyke tarkoittaa korkeinta mahdollista sykettä, joka saavutetaan äärimmäisessä fyysisessä maksimirasituksessa. Maksimisyke pystytään selvittämään tarkasti maksimaalisessa suorituksessa, kun raskuustestiä jatketaan uupumukseen asti samalla mitaten sykettä koko testin ajan. Yleisimmin maksimitestit

suoritetaan juoksumatolla tai polkupyöräergometrilla. Tulokseen vaikuttavat myös ikä, perinnöllisyystekijät sekä harjoittelun määrä ja laatu. (18.) Äärimmäisen rasituksen yhteydessä syke voi olla jopa 210–240 lyöntiä minuutissa, jolloin sydän pumppaa verta noin 30 litraa (17).

3.3.2 Sykemittari

Sykemittarin avulla voidaan mitata liikunnan tehoa helposti ja tarkasti. Mittari näyttää sydämen lyöntitiheyden eli lyöntien määrän minuutissa. Sykemittariin kuuluu yleensä rintakehän ympärille asetettava lähetinosa, kiinnitysvyö sekä ranteeseen kiinnitettävä vastaanotin. Lähetinosan kaksi elektrodia rekisteröivät iholta sydämen lyönnin aiheuttamat sähköiset signaalit, jotka se siirtää langattomasti rannevastaanottimeen. Rannevastaanottimessa on pieni näyttö, josta sydämen syke eli sydämen lyönnit minuuttia kohden on koko ajan luettavissa. (18.)

3.4 Laktaatti

Kovassa rasituksessa, kun happea ei ole tarpeeksi saatavilla, lihaksiin alkaa muodostua vety-ioneja sekä palorypälehappoa. Kun nämä reagoivat keskenään, syntyy laktaattia eli maitohapon suolamuotoa. Laktaatti estää vety-ionien kasaantumisen sekä laskee pH:ta eli kasvattaa veren happamuutta. Jos laktaatti jää lihassoluun, se muuttuu takaisin palorypälehapoksi. Laktaatti voi myös siirtyä verenkiertoon ja sitä kautta muiden kudosten energianlähteeksi. Laktaatti on oleellinen yhdiste myös sokerin uudismuodostuksessa rasituksen aikana sekä sen loputtua. Veren laktaattipitoisuutta ei kuitenkaan voida suoraan rinnastaa lihaksiston anaerobiseen kynnykseen, koska laktaattia erittyy vereen myös muista kuin lihaskudoksista. (2, s. 128.)

Anaerobisen energiantuoton lisäksi laktaattipitoisuus kuvaa elimistön kykyä poistaa laktaattia verenkierrosta ja lihaksista (15, s. 12). Elimistön happamoitumisella on monin tavoin lihasten suorituskykyä heikentävä vaikutus. Kun laktaattia alkaa muodostua, elimistö pyrkii puskuroimaan vetyionien haitalliset vaikutukset happamoitumista vastaan. Myös hengitys- ja verenkiertoelimistö osal-

listuu happamuuden säätelyyn poistamalla hiilidioksidia uloshengityksen kautta. Vaikka elimistö pystyy puskuroimaan vetyä ja eliminoimaan laktaattia tehokkaasti, veren laktaattipitoisuus alkaa nousta, kun suoritusteho kasvaa. Tällöin myös hengitystilavuus sekä -tiheys kasvavat, koska veren happiosapaineen lasku ja hiilidioksidiosapaineen nousu stimuloivat ventilaatiota. (3, s. 52.)

Veren laktaattipitoisuutta voidaan mitata käytännön harjoitus- ja testitilanteissa. Laktaatin mittaussmenetelmiä ja näytteenotto- sekä käsittelytapoja on useita. Liikuntaklinikalla laktaatin mittauksessa on käytetty ARKRAY:n valmistamaa LactatePro-laktaattimittaria. Laktaattia mitataan sormiverinäytteestä tietyin väliajoin suorituksen aikana. Laitteeseen kiinnitetään liuska, johon verinäyte annetaan laitteen tulkittavaksi. Mittari ilmoittaa tuloksen minuutin kuluttua. Laktaatin yksikkönä on mmol/l. (19.)

4 LIIKUNTAKLINIKALLA TEHDYT MITTAUKSET

Oulun Diakonissalaitoksen Liikuntaklinikka on järjestänyt juoksukouluja vuodesta 1997 lähtien vuosittain. Juoksukoulun sisältämä testitapahtuma koostuu liikuntaklinikan tiloissa suoritettavista antropometrian mittauksista, maksimaalista suorituskyykyä testaavasta juoksumattotestistä sekä 45 minuutin kestoisesta juoksutestistä Ouluhallilla. Tässä opinnäytetyössä tutkimusaineistona käytettiin Oulun Diakonissalaitoksen Liikuntaklinikalta saatuja keväällä 2012 toteutetun juoksukoulun testituloksia, jotka on suoritettu neljän kuukauden sisällä testihenkilöille kaksi kertaa. Aineistosta valittiin opinnäytetyöhön tarkasteltavaksi vain ne testihenkilöt, joilta löytyi sekä ensimmäisen että toisen testikerran tulokset. Kevään 2012 juoksukoulun testeihin osallistui yhteensä 97 henkilöä, joista 66 oli tulosvertailuun kelpoisia tässä työssä. Näistä naisia oli 52 ja miehiä 14.

Testihenkilöiden kehonkoostumusmittaus on tehty biosähköisellä impedanssimenetelmällä, mikä on suoritettu liikuntaklinikan tiloissa InBody 720 -laitteella. Laitteen antamasta kehonkoostumusanalyysistä on poimittu tarvittavat tiedot eli rasvaprosentti, rasvamassa, painoindeksi sekä viskeraalirasvan pinta-ala.

Tämän jälkeen testihenkilö on valmisteltu juoksumattotestiin suorituskyykymitausta varten. Juoksumattotesti voidaan tehdä suoralla tai epäsuoralla menetelmällä. Epäsuoran menetelmän mittausprotokolla antaa jokaiselle kuormalle teoreettisen hapenottokyvyn. Suorassa menetelmässä testihenkilön hapenottokyky mitataan hengityskaasuanalysointia apuna käyttäen. Liikuntaklinikan tiloissa on käytössä Telineyhtymä Oy:n valmistama juoksumatto, jonka nopeutta ja jyrkkyyttä voidaan säätää. Lähtötilanteessa juoksumaton nopeus on 5,0–7,0 km/h juoksijan lähtötasosta riippuen. Kulman jyrkkyys on koko suorituksen ajan vakio 1°, jolla kompensoidaan ilmanvastusta. Liikuntaklinikan juoksumattotestit on tehty epäsuoralla mittausmenetelmällä. (20.)

Ennen testin aloittamista testihenkilöön on kiinnitetty sykemittarin lähetinosa mittaamaan sykettä. Molempiin kylkiin ja solisluulle kiinnitetään EKG-elektrodit mittaamaan sydänsähkökäyrää. Mittaus tapahtuu kolmen minuutin jaksoissa, joissa vauhti pysyy vakiona. Testi aloitetaan kävelyvauhdilla, jonka jälkeen

vauhtia kasvatetaan kolmen minuutin välein 1 km/h nopeammaksi. Jokaisen jakson lopussa kirjataan ylös syke, pysäytetään hetkeksi juoksumatto ja otetaan testihenkilön sormesta verinäyte. Seuraava, 1 km/h nopeampi kolmen minuutin jakso käynnistetään heti ja samalla kirjataan ylös verinäytteestä saatu laktaattiarvo. Testi lopetetaan kunnes testihenkilö väsyä tai haluaa lopettaa suorituk-
sen.

Juoksumattotestissä mitatuista sykkeistä ja laktaateista saadaan määriteltyä testattavan aerobinen ja anaerobinen kynnys, maksimisyke sekä maksimilaktaatti. Juoksumaton nopeuden ja kulman perusteella saadaan laskettua myös teoreettinen hapenkulutus. Maksimaalisen juoksumattotestin tulosten perusteella voidaan päätellä, millä tasolla testattava on.

Viimeisessä vaiheessa testattavat ovat juosseet 45 minuutin ajan Ouluhallin juoksuradalla. Tuloksena on saatu juostu matka, josta on laskettu juoksunopeus. Oletuksena on, että juoksumattotestissä määritetty anaerobinen kynnysnopeus vastaa 45 minuutin juoksutestin juoksunopeutta.

Noin neljän kuukauden kuluttua testihenkilöt ovat suorittaneet kaikki testit uudelleen - kehonkoostumusmittaus, juoksumattotesti sekä 45 minuutin juoksutesti Ouluhallilla. Testihenkilöiden tulosten sekä aikaisempien liikuntatottumuksien perusteella jokaiselle on laadittu henkilökohtainen treeniohjelma (liite 1), jota on pyritty noudattamaan ennen seuraavaa vastaavaa testitapahtumaa. Oletuksena on, että säännöllisellä liikunnalla saataisiin parannettua peruskestävyyttä ja kehonkoostumusta ja että kunto- sekä juoksunopeuden muutokset näkyisivät tuloksissa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa uutta tietoa, jota voidaan hyödyntää juoksuharjoittelun suunnittelussa.

5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA -AINEISTO

5.1 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyötä varten aluksi kerättiin kevään 2012 aineistosta testitulokset kaikilta testihenkilöiltä, jotka olivat suorittaneet antropometrian-, juoksumatto- ja juoksutestit ensimmäisessä ja toisessa juoksukoulu-tapahtumassa neljän kuukauden aikavälillä. Tilastolliseen tulosten analysointiin käytettiin SPSS 15.0 for Windows -ohjelmaa. Ohjelmaan tehtiin ensin muuttujia, joiden arvoiksi voitiin syöttää testihenkilöiden ikä, sukupuoli, pituus sekä paino. Ohjelmalla laskettiin testihenkilöiden painoindeksi alussa ja lopussa. Lisäksi ohjelmaan syötettiin kummankin testitapahtuman aineistosta testihenkilöiden rasvaprocentti, rasva-massa, viskeraalirasvan pinta-ala, laktaatit ja sykkeet eri tasoilla, aerobinen ja anaerobinen kynnys sekä juoksunopeus. Laktaatti- ja sykearvoista eroteltiin vielä erikseen maksimi-arvot. Ohjelmaan syötettyjä muuttujia oli reilu 60 kpl ja testihenkilöitä yhteensä 66 kpl.

Tulosten analyysiin käytettiin keskiarvoistuksia, paritonta t-testiä sekä yhden ryhmän t-testiä. Tilastollisen merkitsevyyden luottamusväliksi valittiin 95 %:n väli ja rajaksi asetettiin $p < 0.001$. Tämän luottamusvälin perusteella tulokset kertovat tilastollisesta merkitsevyydestä seuraavasti:

* $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä

** $p < 0,01$ tilastollisesti hyvin merkitsevä

*** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli verrata koko aineiston alku- ja lopputuloksia keskenään kuin myös sukupuolittain, ikäryhmittäin sekä tasoryhmittäin eriteltyinä. Sukupuolittain jaettuna vertailuryhmästä naisia oli 52 ja miehiä 14. Koko joukon mediaani-ikä oli 36 vuotta, jonka perusteella vertailuryhmiksi asetettiin ”< 36-vuotiaat” ja ”≥ 36-vuotiaat”. Alle 36-vuotiaita oli yhteensä 29 henkilöä ja sitä vanhempia yhteensä 37 henkilöä. Maksimaalisen hapenottokyvyn VO_{2max} -alkuarvon perusteella koko ryhmä jaettiin kolmeen tasoryhmään. Tasoryhmään 1 sijoitettiin kaikki, joiden VO_{2max} oli alle 40 ml/kg/min ($n = 28$). Tasoryhmään 2

sijoitettiin ne, joilla VO_2max oli 40–49 ml/kg/min ($n = 22$). Loput ($n = 16$) kuuluivat tasoryhmään 3, joilla VO_2max oli 50 ml/kg/min tai yli. Tuloksista eroteltiin antropometria, suorituskky, laktaatti sekä syke, joiden ensimmäisiä ja toisia testituloksia vertailtiin ja analysoitiin erikseen kaikissa vertailuryhmissä.

Juoksumatolla tehdyistä mittauksista huomioitiin tulokset, jotka saatiin nopeus-tasoilla 6–16 km/h. Osa testihenkilöistä aloitti suorituksen kevyemmältä tasolta ja osa pystyi jatkamaan juoksemista yli 16 km/h vauhdilla, mutta näitä tuloksia ei otettu tässä työssä huomioon, koska otos oli liian pieni ($n < 10$). Työssä ei myöskään otettu huomioon testihenkilöiden muita esitietoja, kuten mahdollinen lääkitys, urheilutottumukset yms., jotka on huomioitu ainoastaan henkilökohtais-ta harjoitteluohjelmaa suunniteltaessa ensimmäisen testisuorituksen yhteydes-sä.

5.2 Testihenkilöiden esittely

Tutkittavana oli saman testijoukon ensimmäisen sekä toisen juoksukoulun testi-tulokset, jotka on mitattu neljän kuukauden aikavälillä. Aineistosta huomioitiin vain ne testihenkilöt, joilta löytyi molempien testitapahtumien tulokset, jotta voi-tiin tehdä vertailua alku- ja lopputestien välillä. Kaiken kaikkiaan kevään 2012 juoksukouluun osallistui 97 henkilöä. Tähän työhön tarkasteltavaksi pystyttiin valitsemaan vain 66 henkilön tulokset, koska kaikkien osalta testejä ei ollut suo-ritettu loppuun. Testihenkilöt ovat tavallisia, työikäisiä suomalaisia, joista suurin osa oli naisia. Taulukossa 3 on esitelty tähän työhön valitut testihenkilöt tutki-musaineistosta.

TAULUKKO 3. Testihenkilöiden esittely sukupuolittain ja kaikki yhdessä

	Naiset	Miehet	Kaikki
	n=52	n=14	n=66
Ikä (v)	39,5±11,1	36,1±8,3	38,8±10,6
Pituus (cm)	165,1±4,7	176,6±4,9	167,6±6,7
Paino (kg)	70,4±12,6	78,4±11,0	72,1±12,6
Rasvaprosentti (%)	33,2±7,9	20,9±4,7	30,6±8,9
BMI (kg/m ²)	25,8±4,7	25,1±3,4	25,7±4,4
VFA (cm ²)	92,6±39,8	101,9±32,1	94,6±38,3

6 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimustuloksissa on esitelty kaikkien juoksukoulutesteissä mitattujen muuttujien tulokset neljään eri osa-alueeseen jaettuna. Aluksi on esitelty antropometria, seuraavaksi teoreettiset kynnysnopeudet sekä juoksunopeus (suorituskyky), laktaatti, ja viimeisenä syke. Alku- ja lopputuloksia vertailtiin koko aineiston kesken, sukupuolittain, ikäryhmittäin sekä tasoryhmittäin. Vertailussa on otettu huomioon tilastollinen merkitsevyys.

6.1 Antropometria

Antropometrian tarkasteltavina osa-alueina ovat kehon paino (kg), rasvaprosentti (%), painoindeksi eli BMI (kg/m^2) sekä viskeraalirasvan pinta-ala eli VFA (cm^2). Tutkimustulokset on esitelty keskiarvoina sisältäen keskihajonnan.

6.1.1 Koko aineisto

Taulukossa 4 on esitelty kaikkien valittujen testihenkilöiden antropometrian tulosten keskiarvo- ja hajonta alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tuloksista nähdään, että kaikilla osa-alueilla on tapahtunut tilastollisesti erittäin merkitseviä muutoksia, kun verrataan lähtötilannetta lopputilanteeseen.

TAULUKKO 4. Koko aineiston antropometria molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=66			
	1.testi	2.testi	95 % CI	P
Paino (kg)	72,1±12,6	71,4±12,5	(0,34 ; 1,09)	0,000 ***
Rasvaprosentti (%)	30,6±8,9	29,4±8,8	(0,84 ; 1,70)	0,000 ***
BMI (kg/m ²)	25,7±4,4	25,4±4,3	(0,13 ; 0,39)	0,000 ***
VFA (cm ²)	94,6±38,3	81,6±36,3	(10,35 ; 15,61)	0,000 ***

6.1.2 Sukupuolittain

Naiset

Taulukossa 5 on esitelty naisten antropometrian tulosten keskiarvo ja -hajonta alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tulokset osoittavat, että naisten antropometrian osa-alueiden muutokset kahden testin välillä ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Naisten kehon paino, rasvaprosentti, painoindeksi sekä viskeraalirasvan pinta-ala ovat pienentyneet kahden testin välillä.

TAULUKKO 5. Naisten antropometria molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=52			
	1.testi	2.testi	95 % CI	P
Paino (kg)	70,4±12,5	69,6±12,5	(0,39 ; 1,15)	0,000 ***
Rasvaprosentti (%)	33,2±7,9	31,9±8,0	(0,90 ; 1,85)	0,000 ***
BMI (kg/m ²)	25,8±4,7	25,6±4,6	(0,15 ; 0,43)	0,000 ***
VFA (cm ²)	92,6±39,8	78,6±38,0	(10,98 ; 17,00)	0,000 ***

Miehet

Taulukossa 6 on esitelty miesten antropometrian tulosten keskiarvo ja -hajonta alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tuloksista havaitaan pieniä muutoksia: miesten paino on pudonnut keskimäärin noin 0,5 kg, rasvaprosentti on laskenut keskimäärin noin 0,8 %, ja painoindeksi on laskenut keskimäärin noin 0,2 kg/m², mutta nämä muutokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Ainoastaan viskeraalirasvan pinta-ala on pienentynyt tilastollisesti hyvin merkitsevästi kahden testin välillä.

TAULUKKO 6. Miesten antropometria molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

n=14				
	1.testi	2.testi	95 % CI	P
Paino (kg)	78,4±11,0	77,9±10,6	(-0,68 ; 1,72)	0,366
Rasvaprosentti (%)	20,9±4,7	20,1±4,7	(-0,24 ; 1,97)	0,114
BMI (kg/m ²)	25,1±3,4	24,9±3,2	(-0,22 ; 0,54)	0,368
VFA (cm ²)	101,9±32,1	92,6±27,0	(3,67 ; 14,78)	0,003 **

Yhteenveto naisista ja miehistä

Naisten ja miesten antropometrian tuloksia vertailtaessa nähdään, että naisilla on tapahtunut suurempia muutoksia, jotka ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tähän voi vaikuttaa osaltaan se, että naisten osuus testeissä oli huomattavasti suurempi kuin miesten osuus, joten tuloksien vertailu keskenään ei ole tasapuolista eikä totuudenmukaista.

Antropometriaprofiilin muuttujista paino putosi naisilla 70,4±12,6 kg:sta 69,6±12,5 kg:aan ($p < 0,001$) ja miehillä 78,4±11,0 kg:sta 77,9±10,6 kg:aan. Rasvaprosentti laski naisilla 33,2±7,9 %:sta 31,9±8,0 %:iin ($p < 0,001$) ja miehillä 20,9±4,7 %:sta 20,1±4,7 %:iin. BMI laski naisilla 25,8±4,7 kg:sta/m² 25,6±4,6 kg:aan/m² ($p < 0,001$) ja miehillä 25,1±3,4 kg:sta/m² 24,9±3,2 kg:aan/m². VFA

laski naisilla $92,6 \pm 39,8 \text{ cm}^2$:stä $78,6 \pm 38,0 \text{ cm}^2$:iin ($p < 0,001$) ja miehillä $101,9 \pm 32,1 \text{ cm}^2$:stä $92,6 \pm 27,0 \text{ cm}^2$:iin ($p < 0,01$).

6.1.3 Ikäryhmittäin

< 36-vuotiaat

Taulukossa 7 on vertailtu alle 36-vuotiaiden antropometrian tulosten keskiarvoa alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Kehon painossa sekä painoindeksin vertailuissa on tapahtunut hyvin pienet muutokset, joilla ei kuitenkaan ole tilastollista merkitsevyyttä. Rasvaprosentti on pudonnut keskimäärin noin prosentin verran, mikä on tilastollisesti hyvin merkitsevä muutos. Myös viskeraalirasvan pinta-ala on pienentynyt keskimäärin noin $10,8 \text{ cm}^2$, mikä vastaa tilastollisesti erittäin merkitsevää muutosta.

TAULUKKO 7. Alle 36-vuotiaiden antropometria molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=29			
	1.testi	2.testi	95 % CI	P
Paino (kg)	$71,8 \pm 12,1$	$71,4 \pm 12,3$	(-0,16 ; 0,96)	0,159
Rasvaprosentti (%)	$29,4 \pm 8,1$	$28,4 \pm 8,1$	(0,30 ; 1,61)	0,006 **
BMI (kg/m^2)	$25,2 \pm 4,0$	$25,1 \pm 4,0$	(-0,04 ; 0,33)	0,129
VFA (cm^2)	$89,3 \pm 30,1$	$78,5 \pm 30,5$	(7,70 ; 13,96)	0,000 ***

≥ 36-vuotiaat

Taulukossa 8 on vertailtu 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien antropometrian tulosten keskiarvoa alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tuloksista nähdään, että kaikilla osa-alueilla muutokset ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Kehon painossa, rasvaprosentissa, painoindeksissä sekä viskeraalirasvan pinta-alassa on kaikissa tapahtu-

nut pudotusta. Tuloksista nähdään selkeiden viskeraalirasvan pinta-alassa tapahtunut muutosero, kun sen koko on laskenut keskimäärin noin 14,7 cm².

TAULUKKO 8. 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien antropometria molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=37			
	1.testi	2.testi	95 % CI	P
Paino (kg)	72,3±13,2	71,3±12,8	(0,46 ; 1,49)	0,000 ***
Rasvaprosentti (%)	31,6±9,5	30,1±9,4	(0,92 ; 2,10)	0,000 ***
BMI (kg/m ²)	26,0±4,7	25,7±4,6	(0,17 ; 0,54)	0,000 ***
VFA (cm ²)	98,7±43,6	84,0±40,4	(10,63 ; 18,71)	0,000 ***

Yhteenveto ikäryhmistä

Kun verrataan antropometrian tuloksia ikäryhmittäin, voidaan todeta, että suurimmat ja tilastollisesti merkitsevimmät muutokset tapahtuivat 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien ryhmän tuloksissa. Tämä voi osittain selittyä sillä, että iäkkäämpien ryhmässä lähtöarvot ovat keskimäärin hieman suurempia kuin lähtöarvot alle 36-vuotiailla. Lähtöarvoiltaan huonompikuntoisilla kehitys on huomattavampaa kuin parempikuntoisilla. Kummankin vertailuryhmän testien välillä nähdään kuitenkin pieniä muutoksia. Kaikkien osalta voidaan todeta, että jälkimmäisen testin antropometrian tulokset ovat pienempiä verrattuna ensimmäisen testin tuloksiin.

6.1.4 Tasoryhmittäin

Tasoryhmä 1

Taulukossa 9 on vertailtu tasoryhmän 1 antropometrian tulosten keskiarvoa alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys. Kehon paino sekä painoindeksi ovat laskeneet tilastollisesti hyvin merkitsevästi. Rasvaprosentti sekä viskeraalirasvan pinta-ala ovat kahden

testin välillä pienentyneet tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Viskeraalirasvan pinta-alan muutos on ollut keskimäärin jopa 15,1 cm² pienempään.

TAULUKKO 9. Tasoryhmän 1 antropometria molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=28			
	1.testi	2.testi	95 % CI	P
Paino (kg)	75,4±13,8	74,5±13,8	(0,34 ; 1,56)	0,003 **
Rasvaprosentti (%)	37,8±6,3	36,2±7,0	(0,87 ; 2,34)	0,000 ***
BMI (kg/m ²)	28,0±4,9	27,6±4,9	(0,13 ; 0,58)	0,003 **
VFA (cm ²)	112,1±41,5	97,0±41,0	(10,33 ; 19,91)	0,000 ***

Tasoryhmä 2

Taulukossa 10 on vertailtu tasoryhmän 2 antropometrian tulosten keskiarvoa alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys. Tulosten kaikilla osa-alueilla nähdään tilastollisesti merkitseviä muutoksia, kun paino, rasvaprosentti, painoindeksi sekä viskeraalirasvan pinta-ala ovat kaikilla pienentyneet. Paino sekä painoindeksi on pysynyt lähes samana, mutta niiden pieni muutos näkyy tilastollisesti merkitsevänä. Rasvaprosentti on laskenut kahden testin välillä tilastollisesti hyvin merkitsevästi. Viskeraalirasvan pinta-alassa nähdään suurin muutos, kun sen lähtöarvo on pienentynyt keskimäärin noin 13,2 cm², mikä on tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos.

TAULUKKO 10. Tasoryhmän 2 antropometria molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=22			
	1.testi	2.testi	95 % CI	P
Paino (kg)	66,2±11,4	65,6±10,9	(0,09 ; 1,20)	0,024 *
Rasvaprosentti (%)	28,9±5,8	27,7±5,5	(0,43 ; 1,82)	0,003 **
BMI (kg/m ²)	23,9±3,7	23,6±3,5	(0,03 ; 0,43)	0,024 *
VFA (cm ²)	76,1±29,8	62,9±25,6	(9,00 ; 17,30)	0,000 ***

Tasoryhmä 3

Taulukossa 11 on vertailtu tasoryhmän 3 antropometrian tulosten keskiarvoa alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys. Kahden testin välillä painon, rasvaprocentin sekä painoindeksin osalta muutokset ovat hyvin pieniä, millä ei ole tilastollista merkitsevyyttä. Ainoastaan viskeraalirasvan pinta-alan muutoksessa nähdään selkeää lasku, kun se on noin 9 cm² pienempi lähtöarvoon nähden. Muutos on tilastollisesti erittäin merkitsevä.

TAULUKKO 11. Tasoryhmän 3 antropometria molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=16			
	1.testi	2.testi	95 % CI	P
Paino (kg)	74,2±9,6	73,8±9,7	(-0,55 ; 1,39)	0,373
Rasvaprosentti (%)	20,5±3,8	19,6±4,1	(-0,05 ; 1,80)	0,062
BMI (kg/m ²)	24,2±2,3	24,0±2,3	(-0,17 ; 0,44)	0,357
VFA (cm ²)	89,5±30,2	80,5±28,3	(4,48 ; 13,52)	0,001 ***

Yhteenveto tasoryhmistä

Tasoryhmittäin eriteltynä tuloksista havaitaan selkeästi, että muutoserot kahden testin välillä ovat sitä suurempia mitä heikompikuntoisia (mitä pienempi VO₂max-arvo) testihenkilöt olivat lähtötasoltaan ja mitä suurempia antropometrian tulokset olivat alussa.

6.1.5 Yhteenveto antropometriasta

Kun tarkastellaan antropometrian osa-alueiden koko ryhmän tulosten muutoksia kahden testin välillä, nähdään, että kaikki tulokset (paino, rasvaprosentti, BMI ja VFA) ovat pienentyneet lähtöarvoista ja muutokset ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Kun koko ryhmä jaotellaan sukupuolittain ja ikäryhmittäin, voidaan todeta tämä sama tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos myös naisten ryhmän sekä 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien -ryhmän kaikilla osa-alueilla.

Jokaisen vertailuryhmän kaikilla osa-alueilla näkyy pieniä muutoksia niin, että tulokset muuttuivat lähtöarvoista pienemmiksi. Kaikissa ryhmissä nämä muutokset eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Miesten tuloksissa havaittiin muutos ainoastaan viskeraalirasvan pinta-alassa, mikä on tilastollisesti hyvin merkitsevä. Myöskään alle 36-vuotiaiden painossa ja painoindeksissä ei näkynyt tilastollisesti merkitseviä muutoksia, mutta rasvaprosentti oli tilastollisesti hyvin merkitsevästi muuttunut sekä viskeraalirasvan pinta-ala erittäin merkitsevästi.

Kolmeen tasoryhmään jaoteltuina muutoserot kahden testin välillä olivat sitä suurempia mitä heikompikuntoisia testihenkilöt olivat lähtötasoltaan. Tasoryhmän 1 tuloksista paino ja painoindeksi putosivat tilastollisesti hyvin merkitsevästi, kun taas rasvaprosentti ja viskeraalirasvan pinta-ala erittäin merkitsevästi. Tulosten muutoserot tasoryhmien 1 ja 2 välillä olivat hyvin pienet. Tasoryhmän 2 tuloksista paino ja painoindeksi putosivat tilastollisesti merkitsevästi, rasvaprosentti hyvin merkitsevästi ja viskeraalirasvan pinta-ala erittäin merkitsevästi. Tasoryhmän 3 painossa, rasvaprosentissa ja painoindeksissä ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Ainoastaan viskeraalirasvan pinta-ala pienentyi tilastollisesti erittäin merkitsevästi.

Kaikkien vertailuryhmien osalta voidaan todeta, että suurimmat muutokset näkyivät viskeraalirasvan pinta-alassa. Viskeraalirasvan pinta-ala oli pienentynyt kaikissa vertailuryhmissä tilastollisesti erittäin merkitsevästi, paitsi miesten ryhmässä, jossa muutos näkyi tilastollisesti hyvin merkitsevänä.

6.2 Suorituskyky

6.2.1 Koko aineisto

Tässä osiossa on vertailtu koko aineiston, yhteensä 63 testihenkilön suorituskykyä ensimmäisen ja toisen testin välillä. Alkuperäisen osallistujajoukon tuloksista poistettiin muutama testihenkilö kokonaan pois, koska niiden mittaustuloksissa oli puutteita. Näistä testihenkilöistä vain 39 osallistui kumpaankin 45 minuutin juoksutestiin. Taulukossa 12 on esitelty kaikkien valittujen testihenkilöiden teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX), teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2), 45 minuutin juoksussa mitattu juoksumatka, sekä juoksumatkasta laskettu juoksunopeus molemmissa testeissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys.

TAULUKKO 12. Koko aineiston suorituskyvyn muutos kahden testin välillä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=63			
Juoksumattotesti	1.testi	2.testi	95 % CI	P
AerK (km/h)	7,4±1,2	8,1±1,4	(-0,78 ; -0,49)	0,000 ***
AnK (km/h)	9,2±1,7	9,9±1,9	(-0,81 ; -0,52)	0,000 ***
MAX (km/h)	11,3±2,1	11,9±2,1	(-0,75 ; -0,50)	0,000 ***
VO_2 (ml/kg/min)	43,7±7,7	45,8±7,8	(-2,62 ; -1,75)	0,000 ***
45 min juoksu	n=39			
Juoksumatka (m)	6934±1418	7293±1547	(-451,66 ; -267,47)	0,000 ***
Juoksunopeus (km/h)	9,3±1,9	9,7±2,1		

Tuloksista nähdään, että kaikilla osa-alueilla on tapahtunut tilastollisesti erittäin merkitseviä muutoksia, kun verrataan lähtötilannetta lopputilanteeseen. Kaikki ovat parantaneet suoritustaan testien välillä. Työssä oli lisäksi oletuksena, että teoreettinen anaerobinen kynnysnopeus vastaisi 45 minuutin juoksusta laskettua juoksunopeutta. AnK oli alussa $9,2 \pm 1,7$ km/h ja juoksunopeus $9,3 \pm 1,9$ km/h. AnK oli lopussa $9,9 \pm 1,9$ km/h ja juoksunopeus $9,7 \pm 2,1$ km/h. Tuloksista nähdään, että kyseiset arvot vastaavat hyvin toisiaan niin ensimmäisessä kuin toisessakin testissä, ja näin ollen oletus pitää hyvin paikkansa.

6.2.2 Sukupuolittain

Naiset

Taulukossa 13 on esitelty naisten teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyyky (MAX), teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2), 45 minuutin juoksussa mitattu juoksumatka, sekä juoksumatkasta laskettu juoksunopeus alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys.

TAULUKKO 13. Naisten suorituskyyvyn muutos kahden testin välillä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=49			
Juoksumattotesti	1.testi	2.testi	95 % CI	P
AerK (km/h)	$7,0 \pm 0,7$	$7,6 \pm 1,0$	(-0,703 ; -0,407)	0,000 ***
AnK (km/h)	$8,7 \pm 1,3$	$9,2 \pm 1,4$	(-0,681 ; -0,441)	0,000 ***
MAX (km/h)	$10,5 \pm 1,6$	$11,1 \pm 1,5$	(-0,772 ; -0,463)	0,000 ***
	n=52			
VO_2 (ml/kg/min)	$40,9 \pm 5,8$	$43,0 \pm 5,8$	(-2,702 ; -1,663)	0,000 ***
45 min juoksu	n=28			
Juoksumatka (m)	6319 ± 1072	6612 ± 1136	(-388,076 ; -197,710)	0,000 ***
Juoksunopeus (km/h)	$8,43 \pm 1,4$	$8,82 \pm 1,5$		

Testihenkilöiden osallistujamäärä vaihtelee hieman eri vertailutulosten välillä, koska osan testituloksissa oli puutteita ja ne jouduttiin jättämään huomioimatta

tässä vertailussa. Kaiken kaikkiaan naisia oli 52, joista vain 28 osallistui kumpaankin 45 minuutin juoksutestiin. Kolmelta naiselta jätettiin myös huomioimatta teoreettinen aerobinen kynnys, teoreettinen anaerobinen kynnys sekä teoreettinen maksimaalinen suorituskyky.

Tulokset osoittavat, että naisten suorituskyvyn osa-alueiden muutokset kahden testin välillä ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Kaikki naiset paransivat suorituksiaan niin juoksumattotestin avulla saaduissa arvioissa kuin 45 minuutin juoksutestissäkin. Työssä oli lisäksi oletuksena, että teoreettinen anaerobinen kynnysnopeus vastaisi 45 minuutin juoksusta laskettua juoksunopeutta. AnK oli alussa $8,7 \pm 1,3$ km/h ja juoksunopeus $8,43 \pm 1,4$ km/h. AnK oli lopussa $9,2 \pm 1,4$ km/h ja juoksunopeus $8,82 \pm 1,5$ km/h. Tulokset osoittavat, että kyseiset arvot vastaavat hyvin toisiaan niin ensimmäisessä kuin toisessakin testissä, ja näin ollen oletus pitää hyvin paikkansa.

Miehet

Taulukossa 14 on esitelty miesten teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX), teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2), 45 minuutin juoksussa mitattu juoksumatka sekä juoksumatkasta laskettu juoksunopeus alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Kaiken kaikkiaan miehiä oli 14 kpl, joista 11 kpl osallistui kumpaankin 45 minuutin juoksutestiin.

TAULUKKO 14. Miesten suorituskyvyn muutos kahden testin välillä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=14			
Juoksumattotesti	1.testi	2.testi	95 % CI	P
AerK (km/h)	8,9±1,5	9,8±1,4	(-1,335 ; -0,523)	0,000 ***
AnK (km/h)	11,2±1,7	12,3±1,3	(-1,535 ; -0,536)	0,001 ***
MAX (km/h)	14,1±1,2	14,7±1,3	(-0,848 ; -0,424)	0,000 ***
VO ₂ (ml/kg/min)	54,1±4,3	56,3±4,9	(-3,002 ; -1,398)	0,000 ***
45 min juoksu	n=11			
Juoksumatka (m)	8498±889	9027±1003	(-741,620 ; -316,926)	0,000 ***
Juoksunopeus (km/h)	11,3±1,2	12,0±1,3		

Tulokset osoittavat, että miesten suorituskyvyn osa-alueiden muutokset kahden testin välillä ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Kaikki miehet paransivat suorituksiaan niin juoksumattotestin avulla saaduissa arvioissa kuin 45 minuutin juoksutestissäkin. Työssä oli lisäksi oletuksena, että teoreettinen anaerobinen kynnysnopeus vastaisi 45 minuutin juoksusta laskettua juoksunopeutta. AnK oli alussa 11,2±1,7 km/h ja juoksunopeus 11,3±1,2 km/h. AnK oli lopussa 12,3±1,3 km/h ja juoksunopeus 12,0±1,3 km/h. Tulokset osoittavat, että kyseiset arvot vastaavat hyvin toisiaan niin ensimmäisessä kuin toisessakin testissä, ja näin ollen oletus pitää hyvin paikkansa.

Yhteenveto naisista ja miehistä

Sekä naisilla että miehillä teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX), teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO₂), 45 minuutin juoksussa mitattu juoksumatka, sekä juoksumatkasta laskettu juoksunopeus ovat parantuneet tilastollisesti erittäin merkitsevästi kahden testin välillä.

Suorituskykyprofiiliin muuttujista AerK kasvoi naisilla 7,0±0,7 km:stä/h 7,6±1,0 km:iin/h ($p < 0,001$) ja miehillä 8,9±1,5 km:stä/h 9,8±1,4 km:iin/h ($p < 0,001$). AnK kasvoi naisilla 8,7±1,3 km:stä/h 9,2±1,4 km:iin/h ($p < 0,001$) ja miehillä

11,2±1,7 km:stä/h 12,3±1,3 km:iin/h ($p < 0,001$). Maksimaalinen suorituskyky parani naisilla 10,5±1,6 km:stä/h 11,1±1,5 km:iin/h ($p < 0,001$) ja miehillä 14,1±1,2 km:stä/h 14,7±1,3 km:iin/h ($p < 0,001$). VO₂max parani naisilla 40,9±5,8 ml:sta/kg/min 43,0±5,8 ml:aan/kg/min ($p < 0,001$) ja miehillä 54,1±4,3 ml:sta/kg/min 56,3±4,9 ml:aan/kg/min ($p < 0,001$). 45 minuutin juoksun juoksumatka parani naisilla 6319±1072 m:stä 6612±1136 m:iin, joista määritetty juoksunopeus parani 8,43±1,4 km:stä/h 8,82±1,5 km:iin/h ($p < 0,001$) sekä miehillä 8498±889 m:stä 9027±1003 m:iin ja juoksunopeus 11,3±1,2 km:stä/h 12,0±1,3 km:iin/h ($p < 0,001$).

6.2.3 Ikäryhmittäin

< 36-vuotiaat

Taulukossa 15 on esitelty alle 36-vuotiaiden teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX), teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO₂), 45 minuutin juoksussa mitattu juoksumatka, sekä juoksumatkasta laskettu juoksunopeus alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Alle 36-vuotiaita testihenkilöitä oli 29 kpl, joista 17 kpl osallistui kumpaankin juoksutestiin.

TAULUKKO 15. Alle 36-vuotiaiden suorituskyvyn muutos kahden testin välillä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=29			
Juoksumattotesti	1.testi	2.testi	95 % CI	P
AerK (km/h)	7,6±1,4	8,2±1,6	(-0,892 ; -0,446)	0,000 ***
AnK (km/h)	9,4±1,8	10,2±2,0	(-1,072 ; -0,549)	0,000 ***
MAX (km/h)	11,7±2,0	12,4±2,0	(-0,897 ; -0,547)	0,000 ***
VO ₂ (ml/kg/min)	45,5±7,3	48,0±7,4	(-3,175 ; -1,928)	0,000 ***
45 min juoksu	n=17			
Juoksumatka (m)	7179±1495	7476±1724	(-472,544 ; -122,515)	0,002 **
Juoksunopeus (km/h)	9,57±2,0	9,97±2,3		

Tulokset osoittavat, että alle 36-vuotiaiden suorituskyvyn osa-alueiden muutokset kahden testin välillä ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Ainoastaan 45 minuutin juoksutestien välillä juoksumatkojen muutosero on tilastollisesti hyvin merkitsevä. Kaikki alle 36-vuotiaat paransivat suorituksiaan niin juoksumattotestin avulla saaduissa arvioissa kuin 45 minuutin juoksutestissäkin. Työssä oli lisäksi oletuksena, että teoreettinen anaerobinen kynnysnopeus vastaisi 45 minuutin juoksusta laskettua juoksunopeutta. AnK oli alussa $9,4\pm1,8$ km/h ja juoksunopeus $9,57\pm2,0$ km/h. AnK oli lopussa $10,2\pm2,0$ km/h ja juoksunopeus $9,97\pm2,3$ km/h. Tulokset osoittavat, että kyseiset arvot vastaavat hyvin toisiaan niin ensimmäisessä kuin toisessakin testissä, ja näin ollen oletus pitää hyvin paikkansa.

≥ 36-vuotiaat

Taulukossa 16 on esitelty 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX), teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2), 45 minuutin juoksussa mitattu juoksumatka, sekä juoksumatkasta laskettu juoksunopeus alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. 36-vuotiaita ja sitä vanhempia testihenkilöitä oli 37 kpl, joista 22 kpl osallistui kumpaankin juoksutestiin. Lisäksi teoreettisissa kynnysnopeuksissa sekä maksimaalisessa suorituskyvyssä jätettiin pois kolmen testihenkilön tulokset huomioimatta puutteellisten testitulosten vuoksi.

TAULUKKO 16. 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien suorituskyvyn muutos kahden testin välillä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=34			
Juoksumattotesti	1.testi	2.testi	95 % CI	P
AerK (km/h)	$7,3\pm1,0$	$7,9\pm1,3$	$(-0,813 ; -0,410)$	0,000 ***
AnK (km/h)	$9,1\pm1,7$	$9,6\pm1,7$	$(-0,696 ; -0,392)$	0,000 ***
MAX (km/h)	$11,0\pm2,1$	$11,5\pm2,1$	$(-0,720 ; -0,353)$	0,000 ***
	n=37			
VO_2 (ml/kg/min)	$42,2\pm7,8$	$44,1\pm7,7$	$(-2,510 ; -1,290)$	0,000 ***
45 min juoksu	n=22			
Juoksumatka (m)	6745 ± 1360	7152 ± 1421	$(-508,854 ; -306,146)$	0,000 ***
Juoksunopeus (km/h)	$9,0\pm1,8$	$9,5\pm1,9$		

Tulokset osoittavat, että 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien suorituskyvyn osalueiden muutokset kahden testin välillä ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Kaikki 36-vuotiaat ja sitä vanhemmat paransivat suorituksiaan niin juoksumatto-testin avulla saaduissa arvioissa kuin 45 minuutin juoksutestissäkin. Työssä oli lisäksi oletuksena, että teoreettinen anaerobinen kynnysnopeus vastaisi 45 minuutin juoksusta laskettua juoksunopeutta. AnK oli alussa $9,1 \pm 1,7$ km/h ja juoksunopeus $9,0 \pm 1,8$ km/h. AnK oli lopussa $9,6 \pm 1,7$ km/h ja juoksunopeus $9,5 \pm 1,9$ km/h. Tulokset osoittavat, että kyseiset arvot vastaavat hyvin toisiaan niin ensimmäisessä kuin toisessakin testissä, ja näin ollen oletus pitää hyvin paikkansa.

Yhteenveto ikäryhmistä

Molemmissa ikäryhmäluokissa teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX) ja teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2) ovat parantuneet tilastollisesti erittäin merkitsevästi kahden testin välillä. 45 minuutin juoksujen välisissä juoksumatkoissa muutos on tilastollisesti hyvin merkitsevä alle 36-vuotiailla, kun taas 36-vuotiailla ja sitä vanhemmilla muutos on tilastollisesti erittäin merkitsevä.

6.2.4 Tasoryhmittäin

Tasoryhmä 1

Taulukossa 17 on esitelty tasoryhmän 1 teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX), teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2), 45 minuutin juoksussa mitattu juoksumatka, sekä juoksumatkasta laskettu juoksunopeus alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys.

TAULUKKO 17. Tasoryhmän 1 suorituskyvyn muutos kahden testin välillä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

	n=25			
Juoksumattotesti	1.testi	2.testi	95 % CI	P
AerK (km/h)	6,5±0,3	6,8±0,4	(-0,439 ; -0,261)	0,000 ***
AnK (km/h)	7,6±0,6	8,2±0,7	(-0,723 ; -0,397)	0,000 ***
MAX (km/h)	9,2±0,8	9,9±0,9	(-0,895 ; -0,505)	0,000 ***
	n=28			
VO2 (ml/kg/min)	36,1±2,7	38,6±3,2	(-3,055 ; -1,766)	0,000 ***
45 min juoksu	n=16			
Juoksumatka (m)	5543±425	5789±406	(-385,170 ; -106,330)	0,002 **
Juoksunopeus (km/h)	7,39±0,6	7,72±0,5		

Testihenkilöiden osallistujamäärä vaihtelee hieman eri vertailutulosten välillä, koska osalla testituloksissa oli puutteita ja ne jouduttiin jättämään huomioimatta tässä vertailussa. Tässä tasoryhmässä vertailtavia testihenkilöitä oli yhteensä 28 kpl, joista 16 kpl osallistui kumpaankin 45 minuutin juoksutestiin. Kolmelta testihenkilöltä jätettiin myös huomioimatta teoreettinen aerobinen kynnys, teoreettinen anaerobinen kynnys sekä teoreettinen maksimaalinen suorituskyky.

Tulokset osoittavat, että tasoryhmän 1 suorituskyvyn osa-alueiden muutokset kahden testin välillä ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Ainoastaan 45 minuutin juoksutestien välillä juoksumatkojen muutosero on tilastollisesti hyvin merkitsevä. Kaikki testihenkilöt paransivat suorituksiaan niin juoksumattotestin avulla saaduissa arvioissa kuin 45 minuutin juoksutestissäkin. Työssä oli lisäksi oletuksena, että teoreettinen anaerobinen kynnysnopeus vastaisi 45 minuutin juoksusta laskettua juoksunopeutta. AnK oli alussa 7,6±0,6 km/h ja juoksunopeus 7,39±0,6 km/h. AnK oli lopussa 8,2±0,7 km/h ja juoksunopeus 7,72±0,5 km/h. Tulokset osoittavat, että kyseiset arvot vastaavat hyvin toisiaan niin ensimmäisessä kuin toisessakin testissä, ja näin ollen oletus pitää hyvin paikkansa.

Tasoryhmä 2

Taulukossa 18 on esitelty tasoryhmän 2 teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX), teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2), 45 minuutin juoksussa mitattu juoksumatka, sekä juoksumatkasta laskettu juoksunopeus alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tasoryhmässä 2 vertailtavia testihenkilöitä oli yhteensä 22 kpl, joista 10 kpl osallistui kumpaankin 45 minuutin juoksutestiin.

TAULUKKO 18. Tasoryhmän 2 suorituskyvyn muutos kahden testin välillä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Juoksumattotesti	n=22		95 % CI	P
	1.testi	2.testi		
AerK (km/h)	7,5±0,7	8,2±0,8	(-0,924 ; -0,440)	0,000 ***
AnK (km/h)	9,5±0,7	10,2±0,9	(-0,840 ; -0,387)	0,000 ***
MAX (km/h)	11,7±0,6	12,3±0,8	(-0,871 ; -0,334)	0,000 ***
VO_2 (ml/kg/min)	45,8±2,2	47,9±2,9	(-3,067 ; -1,205)	0,000 ***
45 min juoksu	n=10			
Juoksumatka (m)	7254±717	7610±798	(-490,675 ; -220,925)	0,000 ***
Juoksunopeus (km/h)	9,7±1,0	10,2±1,1		

Tulokset osoittavat, että tasoryhmän 2 suorituskyvyn osa-alueiden muutokset kahden testin välillä ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Kaikki testihenkilöt paransivat suorituksiaan niin juoksumattotestin avulla saaduissa arvioissa kuin 45 minuutin juoksutestissäkin. Työssä oli lisäksi oletuksena, että teoreettinen anaerobinen kynnysnopeus vastaisi 45 minuutin juoksusta laskettua juoksunopeutta. AnK oli alussa 9,5±0,7 km/h ja juoksunopeus 9,7±1,0 km/h. AnK oli lopussa 10,2±0,9 km/h ja juoksunopeus 10,2±1,1 km/h. Tulokset osoittavat, että kyseiset arvot vastaavat hyvin toisiaan niin ensimmäisessä kuin toisessakin testissä, ja näin ollen oletus pitää hyvin paikkansa.

Tasoryhmä 3

Taulukossa 19 on esitelty tasoryhmän 3 teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX), teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2), 45 minuutin juoksussa mitattu juoksumatka, sekä juoksumatkasta laskettu juoksunopeus alussa ja lopussa. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tasoryhmässä 3 vertailtavia testihenkilöitä oli yhteensä 16 kpl, joista 13 kpl osallistui kumpaankin 45 minuutin juoksutestiin.

TAULUKKO 19. Tasoryhmän 3 suorituskyvyn muutos kahden testin välillä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Juoksumattotesti	n=16		95 % CI	P
	1.testi	2.testi		
AerK (km/h)	8,8±1,4	9,8±1,3	(-1,438 ; -0,625)	0,000 ***
AnK (km/h)	11,3±1,4	12,2±1,2	(-1,344 ; -0,469)	0,001 ***
MAX (km/h)	14,0±1,1	14,6±1,3	(-0,731 ; -0,319)	0,000 ***
VO_2 (ml/kg/min)	53,9±3,9	55,7±4,8	(-2,645 ; -1,080)	0,000 ***
45 min juoksu	n=13			
Juoksumatka (m)	8399±875	8902±995	(-697,363 ; -307,714)	0,000 ***
Juoksunopeus (km/h)	11,2±1,2	11,9±1,3		

Tulokset osoittavat, että tasoryhmän 3 suorituskyvyn osa-alueiden muutokset kahden testin välillä ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Kaikki testihenkilöt paransivat suorituksiaan niin juoksumattotestin avulla saaduissa arvioissa kuin 45 minuutin juoksutestissäkin. Työssä oli lisäksi oletuksena, että teoreettinen anaerobinen kynnysnopeus vastaisi 45 minuutin juoksusta laskettua juoksunopeutta. AnK oli alussa 11,3±1,4 km/h ja juoksunopeus 11,2±1,2 km/h. AnK oli lopussa 12,2±1,2 km/h ja juoksunopeus 11,9±1,3 km/h. Tulokset osoittavat, että kyseiset arvot vastaavat hyvin toisiaan niin ensimmäisessä kuin toisessakin testissä, ja näin ollen oletus pitää hyvin paikkansa.

Yhteenveto tasoryhmistä

Kaikissa tasoryhmäluokissa teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX) ja teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2) ja 45 minuutin juoksun juoksumatka ovat parantuneet tilastollisesti erittäin merkitsevästi kahden testin välillä. Ainoastaan tasoryhmässä 1 muutos kahden testin välillä 45 minuutin juoksumatkassa on tilastollisesti hyvin merkitsevä.

6.2.5 Yhteenveto suorituskyvystä

Kun tarkastellaan suorituskyvyn osa-alueiden koko ryhmän tulosten muutoksia kahden testin välillä, nähdään, että kaikki tulokset (teoreettinen aerobinen kynnys (AerK), teoreettinen anaerobinen kynnys (AnK), teoreettinen maksimaalinen suorituskyky (MAX) ja teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky (VO_2) ja 45 minuutin juoksun juoksumatka) ovat parantuneet lähtöarvoista, ja muutokset ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Kun koko ryhmä jaotellaan sukupuolittain, voidaan todeta tämä sama tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos myös naisten ja miesten ryhmien tulosten kaikilla osa-alueilla. Ikäryhmittäin jaoteltuna alle 36-vuotiaiden 45 minuutin juoksumatka oli parantunut tilastollisesti hyvin merkitsevästi ja kaikki muut osa-alueet tilastollisesti erittäin merkitsevästi. 36-vuotiailla ja vanhemmilla kaikilla osa-alueilla muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä parannuksia. Tasoryhmän 1 juoksumatka oli parantunut tilastollisesti hyvin merkitsevästi ja saman ryhmän kaikki muut osa-alueet tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Tasoryhmillä 2 ja 3 kaikkien osa-alueiden muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä.

Tarkasteltaessa suorituskyvyn osa-alueiden testien välisiä muutoksia eri vertailuryhmissä voidaan todeta, että kaikki tulokset ovat parantuneet tilastollisesti hyvin tai erittäin merkitsevästi. Kun tarkastellaan vielä yhtäläisyyksiä anaerobisen kynnysnopeuden ja 45 minuutin juoksun nopeuksissa, voidaan todeta, että ne vastaavat lähestulkoon toisiaan kaikissa vertailuryhmässä niin ensimmäisessä kuin toisessakin testisuorituksessa.

6.3 Laktaatti

Seuraavassa osiossa tarkasteltavana on juoksumattotestissä mitatut sormiverinäytteestä saatujen laktaattien keskiarvotulokset (mmol/l) tason ollessa nopeudella 6–16 km/h sekä lisäksi maksimilaktaatti (Max) kummassakin testissä. Tuloksista jätettiin pois laktaattiarvot niiltä tasoilta, joissa otos jäi liian pieneksi ($n < 10$). Taulukoista nähdään testihenkilöiden lukumäärä (n) kaikilla tasoilla, tulosten vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys. Kuvissa on esitelty molempien testien keskimääräiset laktaattiarvot kuvaajien avulla. Sinisessä kuvaajassa on ensimmäisen testin ja punaisessa kuvaajassa toisen testin laktaatit.

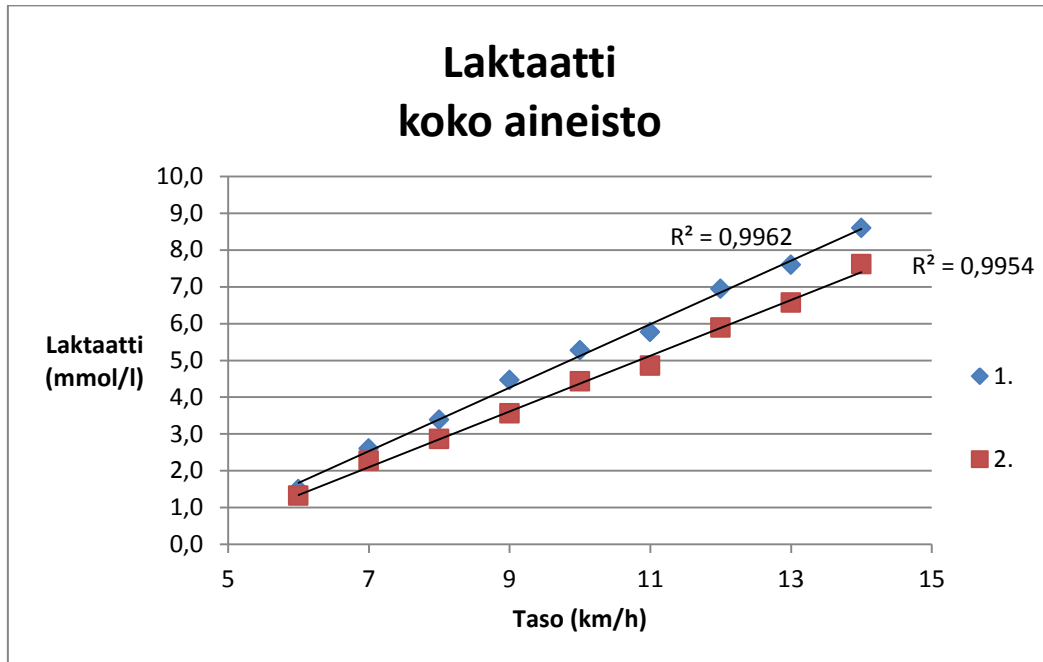
6.3.1 Koko aineisto

Taulukossa 20 on esitelty koko aineiston keskimääräiset laktaattiarvot tasoilla 6–14 sekä maksimilaktaatti (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 7–11, mutta muilla tasoilla muutokset ovat tilastollisesti hyvin merkitseviä. Maksimilaktaatti on huomioitu kaikilta testihenkilöiltä ($n = 66$), ja sen arvo on hieman kasvanut testien välillä, millä ei kuitenkaan ole tilastollista merkitsevyyttä.

TAULUKKO 20. Koko aineiston keskimääräiset laktaattiarvot ja maksimilaktaatti molemmissa juoksumattotesteissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	Laktaatti (mmol/l)		n	95 % CI	P
	1.	2.			
6	1,5	1,3	44	(0,051 ; 0,294)	0,006 **
7	2,6	2,3	54	(0,179 ; 0,491)	0,000 ***
8	3,4	2,9	63	(0,350 ; 0,701)	0,000 ***
9	4,5	3,6	58	(0,667 ; 1,130)	0,000 ***
10	5,3	4,4	50	(0,558 ; 1,142)	0,000 ***
11	5,8	4,9	38	(0,530 ; 1,302)	0,000 ***
12	6,9	5,9	31	(0,398 ; 1,706)	0,003 **
13	7,6	6,6	19	(0,341 ; 1,712)	0,006 **
14	8,6	7,6	11	(0,459 ; 1,505)	0,002 **
Max	8,9	9,3	66	(-0,766 ; 0,135)	0,167

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut laktatit ovat pienentyneet testien välillä (kuva 5). Korrelaatiokerroin osoittaa, että kummassakin testissä laktatipitoisuus on kasvanut hyvin tasaisesti suhteessa juoksumaton vauhtiin.



KUVA 5. Koko aineiston keskimääräiset laktatit arvot sekä kuvaajien korrelaatiokertoimet molemmissa juoksumattotesteissä

6.3.2 Sukupuolittain

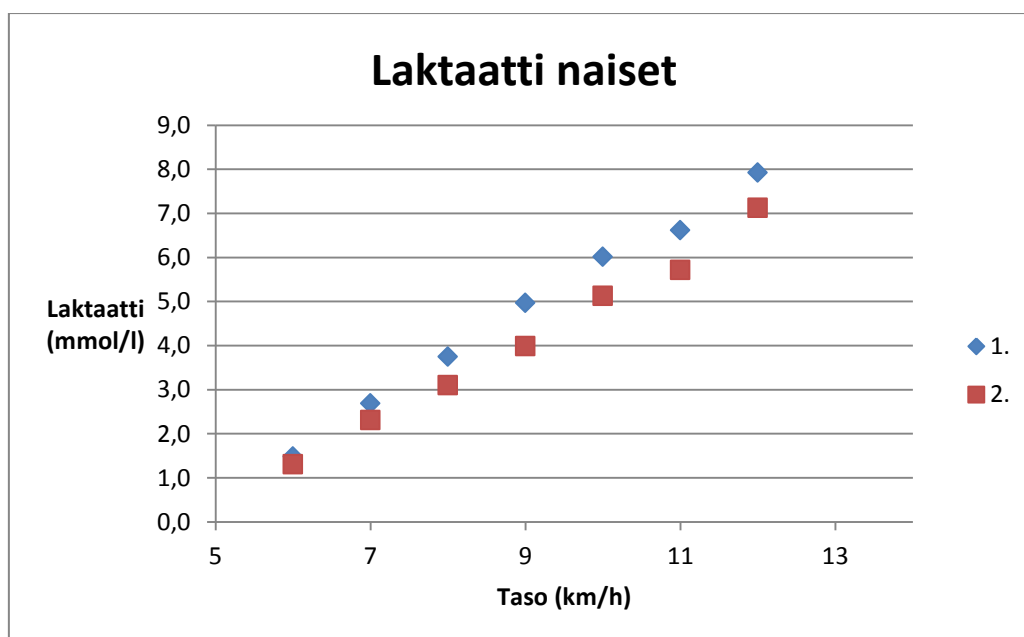
Naiset

Taulukossa 21 on esitelty naisten keskimääräiset laktatit arvot tasoilla 6–12 sekä maksimilaktatit (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 7–10. Tasolla 6 laktatit on pienentynyt tilastollisesti merkitsevästi kahden testin välillä. Tasolla 11 laktatit on pienentynyt tilastollisesti hyvin merkitsevästi. Myös tasolla 12 laktatit on pienentynyt hieman, mutta sillä ei ole tilastollista merkitsevyyttä. Maksimilaktatit on huomioitu kaikilta naisilta ($n = 52$), ja sen arvo on hieman kasvanut testien välillä, mikä on tilastollisesti merkitsevä muutos.

TAULUKKO 21. Naisten keskimääräiset laktaattiarvot ja maksimilaktaatti molemmissa juoksumattotesteissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	Laktaatti (mmol/l)		n	95 % CI	P
	1.	2.			
6	1,5	1,3	41	(0,042 ; 0,304)	0,011 *
7	2,7	2,3	47	(0,205 ; 0,548)	0,000 ***
8	3,7	3,1	49	(0,450 ; 0,844)	0,000 ***
9	5,0	4,0	45	(0,716 ; 1,248)	0,000 ***
10	6,0	5,1	36	(0,516 ; 1,251)	0,000 ***
11	6,6	5,7	24	(0,359 ; 1,441)	0,002 **
12	7,9	7,1	17	(-0,311 ; 1,900)	0,147
Max	8,5	9,0	52	(-0,934 ; -0,105)	0,015 *

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut lakaatit ovat pienentyneet testien välillä (kuva 6).



KUVA 6. Naisten keskimääräiset laktaattiarvot molemmissa juoksumattotesteissä

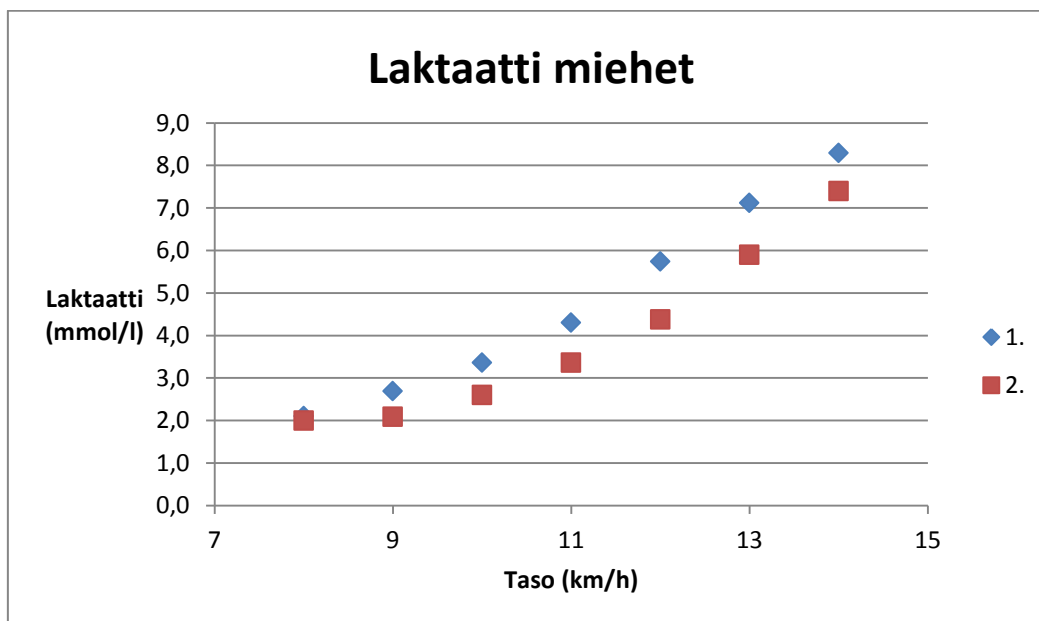
Miehet

Taulukossa 22 on esitelty miesten keskimääräiset laktaattiarvot tasoilla 8–14 sekä maksimilaktaatti (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutos on erittäin merkitsevä ainoastaan tasolla 12 km/h. Tasolla 8 laktaatti on pienentynyt vain vähän, eikä sillä ole tilastollista merkitsevyyttä, mutta tason 9 muutos on tilastollisesti merkitsevä. Tasoilla 10, 11, 13 ja 14 laktaatit ovat pienentyneet kahden testin välillä tilastollisesti hyvin merkitsevästi. Maksimilaktaatti on huomioitu kaikilta miehiltä ($n = 14$), ja sen arvo on pienentynyt hieman testi-en välillä, millä ei kuitenkaan ole tilastollista merkitsevyyttä.

TAULUKKO 22. Miesten keskimääräiset laktaattiarvot ja maksimilaktaatti molemmissa juoksumattotesteissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	Laktaatti (mmol/l)		n	95 % CI	P
	1.	2.			
8	2,1	2,0	14	(-0,231 ; 0,431)	0,526
9	2,7	2,1	13	(0,105 ; 1,110)	0,022 *
10	3,4	2,6	14	(0,250 ; 1,279)	0,007 **
11	4,3	3,4	14	(0,362 ; 1,524)	0,004 **
12	5,7	4,4	14	(0,668 ; 2,061)	0,001 ***
13	7,1	5,9	13	(0,395 ; 2,021)	0,007 **
14	8,3	7,4	10	(0,350 ; 1,430)	0,005 **
Max	10,6	10,2	14	(-1,117 ; 2,003)	0,55

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut lakaatit ovat pienentyneet testien välillä (kuva 7).



KUVA 7. Miesten keskimääräiset laktaattiarvot molemmissa juoksumattotesteissä

Yhteenveto naisista ja miehistä

Sukupuolittain verrattuna tuloksista nähdään, että naisten laktaattiarvot on mitattu tasoilta 6–12 km/h ja miehiltä 8–14 km/h. Testeissä naisia oli huomattavasti enemmän kuin miehiä, joten tulosten vertailu keskenään ei ole tasavertaista. Kaikilla tasoilla, niin miehillä kuin naisilla, tapahtui kuitenkin laktaattiarvoissa enemmän tai vähemmän laskua. Molemmissa ryhmissä muutoserot ovat suurimpia testin keskivaiheella ja hieman pienempiä alku- ja lopputasoilla. Naisilla suurimmat muutokset laktaateissa näkyivät tasoilla 7–10 km/h, joissa laktaattiarvot pienentyivät tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Miehillä yhtä merkitsevä muutos näkyi ainoastaan tasolla 12 km/h, jossa taas naisten kohdalla ei tapahtunut merkitsevää muutosta. Tuloksista ainoastaan naisten maksimilaktaatti kasvoi testien välillä, mikä oli tilastollisesti merkitsevä muutos. Miesten maksimilaktaatti pienentyi, muttei tilastollisesti merkitsevästi. Naisten ryhmässä otoksen määrä eri tasoilla vaihtelee suuresti ja tämä osaltaan vaikuttaa tuloksiin, jotka esitetään keskiarvoina.

6.3.3 Ikäryhmittäin

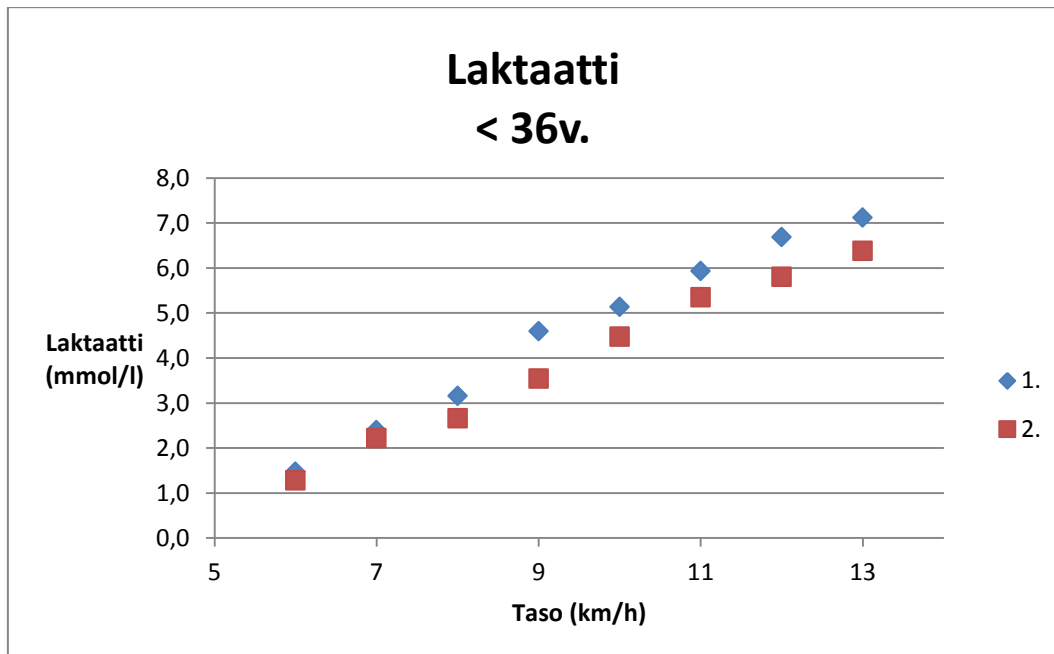
< 36-vuotiaat

Taulukossa 23 on esitelty alle 36-vuotiaiden keskimääräiset laktaattiarvot tasoilla 6–13 sekä maksimilaktaatti (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 8 ja 9. Tasolla 10 laktaatti on pienentynyt tilastollisesti hyvin merkitsevästi kahden testin välillä. Tasolla 11 laktaatti on pienentynyt tilastollisesti merkitsevästi. Myös tasoilla 6, 7, 12 ja 13 laktaatti on pienentynyt hieman, mutta niillä ei ole tilastollista merkitsevyyttä. Maksimilaktaatti on huomioitu kaikilta alle 36-vuotialta ($n = 29$), ja sen arvo on hieman kasvanut testien välillä, muttei tilastollisesti merkitsevästi.

TAULUKKO 23. Alle 36-vuotiaiden keskimääräiset laktaattiarvot ja maksimilaktaatti molemmissa juoksumattotesteissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	Laktaatti (mmol/l)		n	95 % CI	P
	1.	2.			
6	1,5	1,3	19	(-0,011 ; 0,390)	0,063
7	2,4	2,2	25	(-0,038 ; 0,398)	0,101
8	3,2	2,7	29	(0,209 ; 0,784)	0,001 ***
9	4,6	3,5	28	(0,636 ; 1,464)	0,000 ***
10	5,1	4,5	25	(0,245 ; 1,083)	0,003 **
11	5,9	5,3	20	(0,059 ; 1,111)	0,031 *
12	6,7	5,8	15	(-0,141 ; 1,901)	0,086
13	7,1	6,4	10	(-0,506 ; 1,986)	0,212
Max	9,2	9,8	29	(-1,536 ; 0,261)	0,157

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut lakaatit ovat pienentyneet testien välillä (kuva 8).



KUVA 8. Alle 36-vuotiaiden keskimääräiset laktaattiarvot molemmissa juoksumattotesteissä

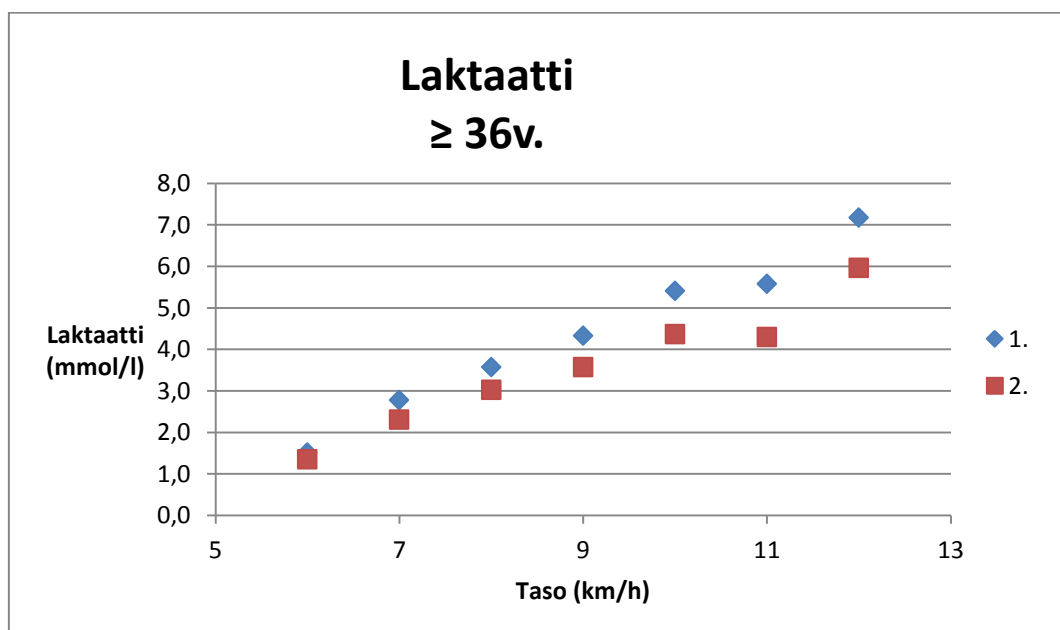
≥ 36-vuotiaat

Taulukossa 24 on esitelty 36-vuotiaiden ja vanhempien keskimääräiset laktaattiarvot tasoilla 6–12 sekä maksimilaktaatti (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 7–11. Tasolla 6 laktaatti on pienentynyt vain vähän, eikä sillä ole tilastollista merkitsevyyttä. Tasolla 12 laktaatti on pienentynyt tilastollisesti merkitsevästi. Myös tasoilla 6, 7, 12 ja 13 laktaatti on pienentynyt hieman, mutta niillä ei ole tilastollista merkitsevyyttä. Maksimilaktaatti on huomioitu kaikilta 36-vuotiailta ja sitä vanhemmilta ($n = 37$), ja sen arvo on hieman kasvanut testien välillä, mutta sillä ei kuitenkaan ole tilastollista merkitsevyyttä.

TAULUKKO 24. 36-vuotiaiden ja vanhempien keskimääräiset laktaattiarvot ja maksimilaktaatti molemmissa juoksumattotesteissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	Laktaatti (mmol/l)		n	95 % CI	P
	1.	2.			
6	1,5	1,4	25	(-0,003 ; 0,323)	0,054
7	2,8	2,3	29	(0,248 ; 0,690)	0,000 ***
8	3,6	3,0	34	(0,321 ; 0,779)	0,000 ***
9	4,3	3,6	30	(0,515 ; 0,999)	0,000 ***
10	5,4	4,4	25	(0,612 ; 1,460)	0,000 ***
11	5,6	4,3	18	(0,713 ; 1,853)	0,000 ***
12	7,2	6,0	16	(0,270 ; 2,155)	0,015 *
Max	8,7	8,8	37	(-0,480 ; 0,356)	0,765

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut lakaatit ovat pienentyneet testien välillä (kuva 9).



KUVA 9. 36-vuotiaiden ja vanhempien keskimääräiset laktaattiarvot molemmissa juoksumattotesteissä

Yhteenveto ikäryhmistä

Molemmissa ryhmissä laktaattiarvot ovat pienentyneet testien välillä kaikilla tasoilla. Maksimilaktaatti taas kasvoi hieman, muttei tilastollisesti merkitsevästi. Alle 36-vuotiailla suurimmat muutokset laktaateissa näkyi tasoilla 8 ja 9, joissa muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Toisen ryhmän tilastollisesti erittäin merkitsevät muutokset näkyivät tasoilla 7–11.

6.3.4 Tasoryhmittäin

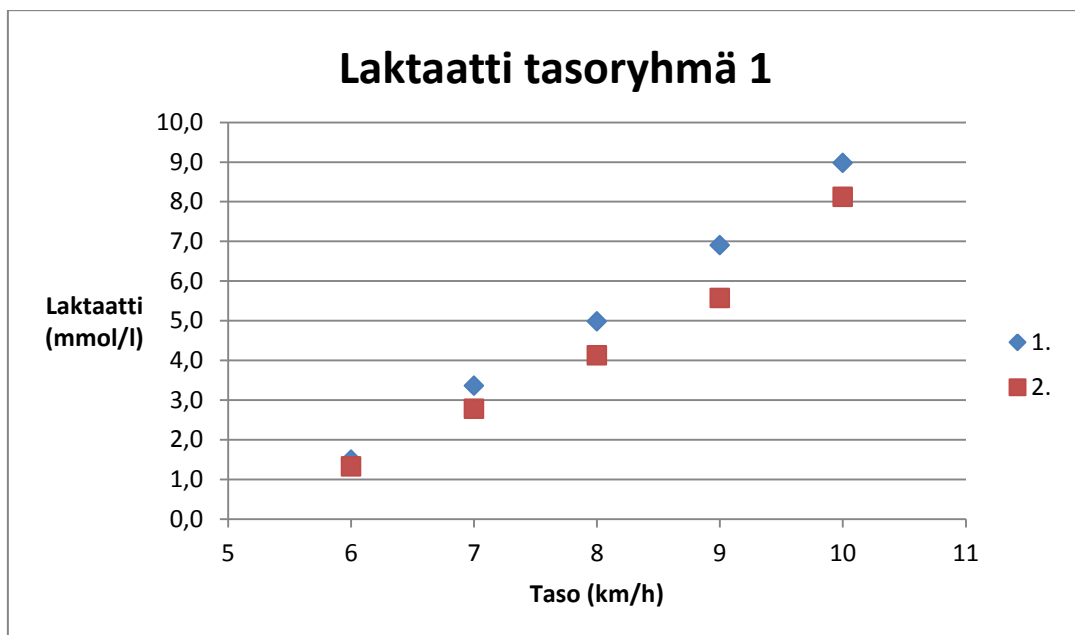
Tasoryhmä 1

Taulukossa 25 on esitelty tasoryhmän 1 keskimääräiset laktaattiarvot tasoilla 6–10 sekä maksimilaktaatti (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 7–9. Tasolla 6 laktaatti on pienentynyt tilastollisesti merkitsevästi. Tasolla 10 laktaatti on pienentynyt vähän, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Maksimilaktaatti on huomioitu kaikilta tasoryhmään 1 kuuluvilta ($n = 28$), ja sen arvo on hieman kasvanut testien välillä, mutta ei kuitenkaan tilastollisesti merkitsevästi.

TAULUKKO 25. Tasoryhmän 1 keskimääräiset laktaattiarvot ja maksimilaktaatti molemmissa juoksumattotesteissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Laktaatti (mmol/l)					
Taso (km/h)	1.	2.	n	95 % CI	P
6	1,5	1,3	25	(0,001 ; 0,335)	0,048 *
7	3,4	2,8	25	(0,300 ; 0,852)	0,000 ***
8	5,0	4,1	25	(0,516 ; 1,189)	0,000 ***
9	6,9	5,6	21	(0,857 ; 1,819)	0,000 ***
10	9,0	8,1	12	(-0,060 ; 1,776)	0,064
Max	8,1	8,5	28	(-0,841 ; 0,049)	0,079

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut lakaatit ovat pienentyneet testien välillä (kuva 10).



KUVA 10. Tasoryhmän 1 keskimääräiset laktaattiarvot molemmissa juoksumatoteesteissä

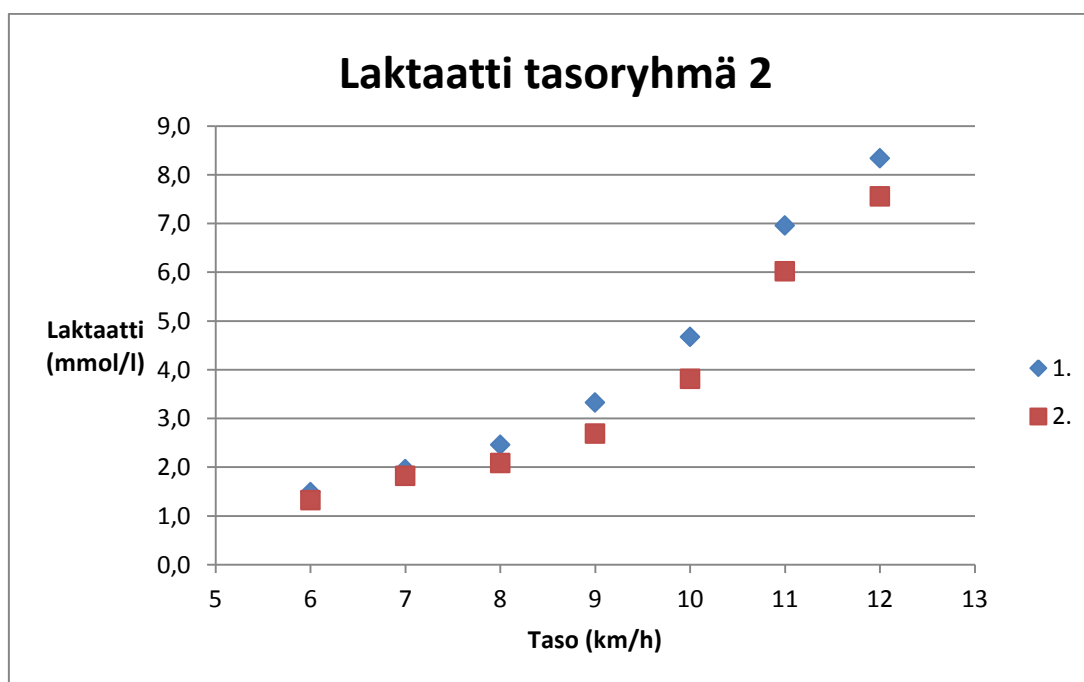
Tasoryhmä 2

Taulukossa 26 on esitelty tasoryhmän 2 laktaattiarvot tasoilla 6–12 sekä maksimilaktaatti (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 8–10. Tasoilla 6, 7 ja 12 laktaatti on pienentynyt vähän, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Tasolla 11 laktaatti on pienentynyt tilastollisesti hyvin merkitsevästi. Maksimilaktaatti on huomioitu kaikilta tasoryhmään 2 kuuluvilta ($n = 22$), ja sen arvo on kasvanut tilastollisesti merkitsevästi kahden testin välillä.

TAULUKKO 26. Tasoryhmän 2 keskimääräiset laktaattiarvot ja maksimilaktaatti molemmissa juoksumattotesteissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	Laktaatti (mmol/l)		n	95 % CI	P
	1.	2.			
6	1,5	1,3	15	(-0,072 ; 0,405)	0,156
7	2,0	1,8	21	(-0,030 ; 0,306)	0,102
8	2,5	2,1	22	(0,193 ; 0,553)	0,000 ***
9	3,3	2,7	22	(0,390 ; 0,882)	0,000 ***
10	4,7	3,8	22	(0,448 ; 1,270)	0,000 ***
11	7,0	6,0	22	(0,318 ; 1,555)	0,005 **
12	8,3	7,6	15	(-0,532 ; 2,105)	0,221
Max	8,8	9,7	22	(-1,656 ; -0,135)	0,023 *

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut lakaatit ovat pienentyneet testien välillä (kuva 11).



KUVA 11. Tasoryhmän 2 keskimääräiset laktaattiarvot molemmissa juoksumattotesteissä

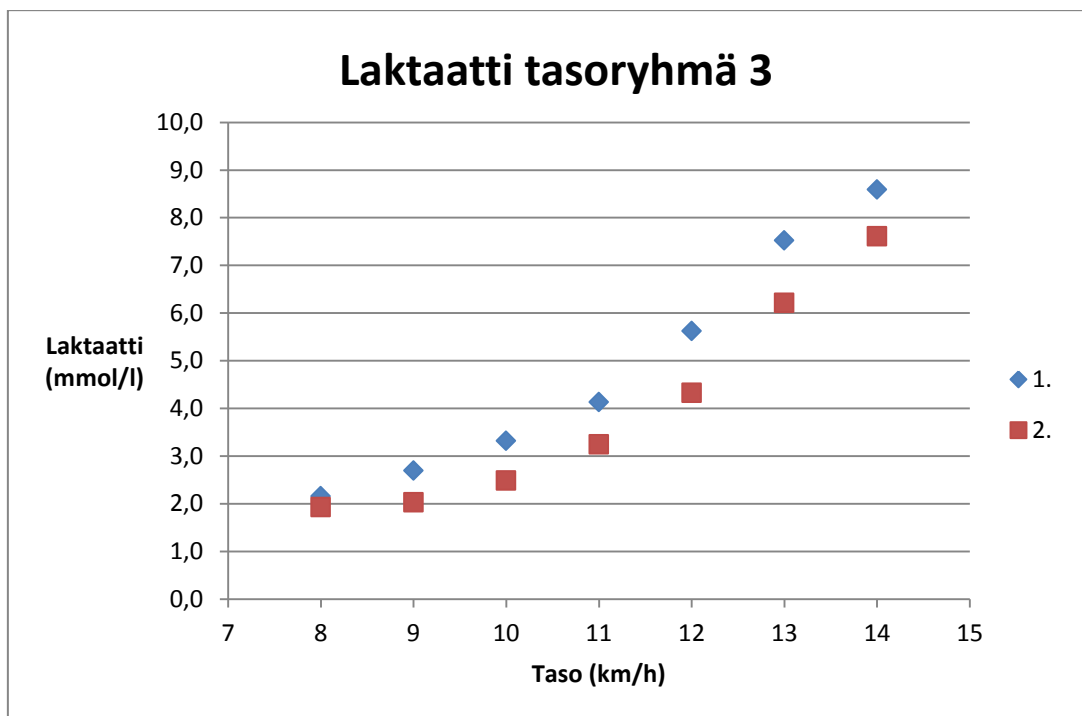
Tasoryhmä 3

Taulukossa 27 on esitelty tasoryhmän 3 keskimääräiset laktaattiarvot tasoilla 8–14 sekä maksimilaktaatti (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 10–13. Tasolla 8 laktaatti on pienentynyt vain vähän, muttei tilastollisesti merkitsevästi. Tasolla 9 ja 14 laktaatti on pienentynyt tilastollisesti hyvin merkitsevästi. Maksimilaktaatti on huomioitu kaikilta tasoryhmään 3 kuuluvilta (n = 16), ja sen arvo on laskenut hieman, muttei tilastollisesti merkitsevästi kahden testin välillä.

TAULUKKO 27. Tasoryhmän 3 keskimääräiset laktaattiarvot ja maksimilaktaatti molemmissa juoksumattotesteissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	Laktaatti (mmol/l)		n	95 % CI	P
	1.	2.			
8	2,2	1,9	16	(-0,118 ; 0,568)	0,183
9	2,7	2,0	15	(0,222 ; 1,112)	0,006 **
10	3,3	2,5	16	(0,379 ; 1,283)	0,001 ***
11	4,1	3,2	16	(0,450 ; 1,325)	0,001 ***
12	5,6	4,3	16	(0,786 ; 1,814)	0,000 ***
13	7,5	6,2	16	(0,635 ; 1,990)	0,001 ***
14	8,6	7,6	11	(0,459 ; 1,505)	0,002 **
Max	10,6	10,0	16	(-0,744 ; 1,994)	0,346

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut lakaatit ovat pienentyneet testien välillä (kuva 12).



KUVA 12. Tasoryhmän 3 keskimääräiset laktaattiarvot molemmissa juoksumattotesteissä

Yhteenveto tasoryhmistä

Kaikkien tasoryhmien laktaattiarvot kaikilla tasoilla pienenevät kahden testin välillä. Tasoryhmällä 1 tulokset mitattiin tasoilta 6–10, joista tasoilla 7–9 muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tasoryhmällä 2 tulokset mitattiin tasoilta 6–12, joista tasoilla 8–10 muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tasoryhmällä 3 tulokset mitattiin tasoilta 8–14, joista tasoilla 10–13 muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tasoryhmällä 1 ja 2 maksimilaktaatti kasvoi, mutta tasoryhmällä 3 maksimilaktaatti pieneni kahden testin välillä.

6.3.5 Yhteenveto laktaatista

Kaikissa vertailuryhmissä laktaattiarvot pienenevät enemmän tai vähemmän kahden juoksumattotestin välillä kaikilla mitatuilla tasoilla 6–14 km/h. Maksimi-

laktaatti pienentyi testien välillä vain miehillä ja tasoryhmällä 3. Kaikissa muissa vertailuryhmissä maksimilaktaatti kasvoi hieman: naisilla ja tasoryhmällä 2 tilastollisesti merkitsevästi ja muissa ryhmissä tilastollisesti ei-merkitsevästi. Suurimmat laktaattiarvojen muutokset näkyivät suurinpiirtein suoritusten keskivaiheessa, jossa muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä kaikissa vertailuryhmissä. Muutokset olivat pienempiä alku- ja lopputasoilla.

6.4 Syke

Seuraavassa osiossa tarkasteltavana on juoksumattotestissä mitattujen sykkeiden (HR) keskiarvot sekä keskihajonta tason ollessa nopeudella 6–16 km/h, sekä lisäksi maksimisyke (Max) kummassakin testissä. Tuloksista jätettiin pois niillä tasoilla mitatut sykkeet, joissa otos jäi liian pieneksi ($n < 10$). Taulukoista nähdään testihenkilöiden lukumäärä (n) kaikilla tasoilla, tulosten vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys. Kuvissa on esitelty molempien testien keskimääräiset sykkeet kuvaajien avulla. Sinisessä kuvaajassa on ensimmäisen testin ja punaisessa kuvaajassa toisen testin sykkeet.

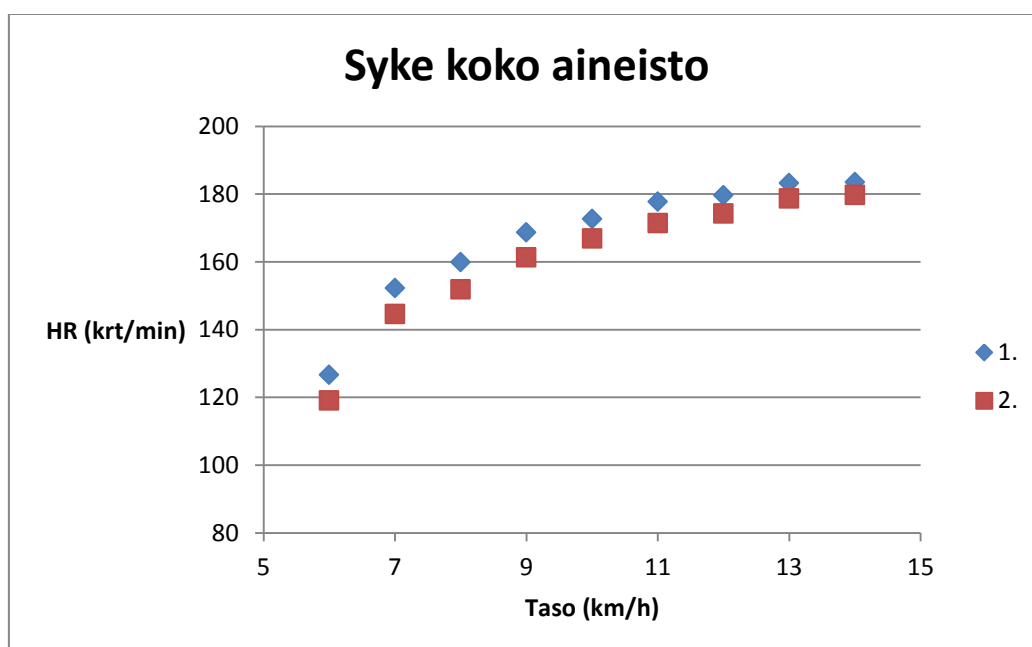
6.4.1 Koko aineisto

Taulukossa 28 on esitelty koko aineiston keskimääräiset sykearvot ja keskihajonta tasoilla 6–14 sekä maksimisyke (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 6–13, ja tasolla 14 muutos on tilastollisesti merkitsevä. Maksimisyke on huomioitu kaikilta testihenkilöiltä ($n = 66$), ja sen arvo on pienentynyt hieman testien välillä, millä ei kuitenkaan ole tilastollista merkitsevyyttä.

TAULUKKO 28. Koko aineiston keskimääräiset sykkeet ja keskihajonta, sekä maksimisyke molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso(km/h)	HR (krt/min)		n	95 % CI	P
	1.testi	2.testi			
6	127±16	119±15	44	(4,639 ; 10,361)	0,000 ***
7	152±17	145±17	54	(5,298 ; 10,036)	0,000 ***
8	160±18	152±19	63	(6,047 ; 9,953)	0,000 ***
9	169±16	161±16	58	(5,489 ; 9,374)	0,000 ***
10	173±15	167±16	50	(3,930 ; 7,670)	0,000 ***
11	178±15	171±15	38	(4,621 ; 7,958)	0,000 ***
12	180±13	174±13	31	(3,238 ; 7,472)	0,000 ***
13	183±13	179±13	19	(2,488 ; 6,670)	0,000 ***
14	183±12	180±13	11	(0,380 ; 7,074)	0,032*
Max	186±12	185±12	66	(-0,815 ; 1,452)	0,577

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut sykkeet ovat pienentyneet testien välillä (kuva 13).



KUVA 13. Koko aineiston keskimääräiset sykearvot molemmissa testeissä

6.4.2 Sukupuolittain

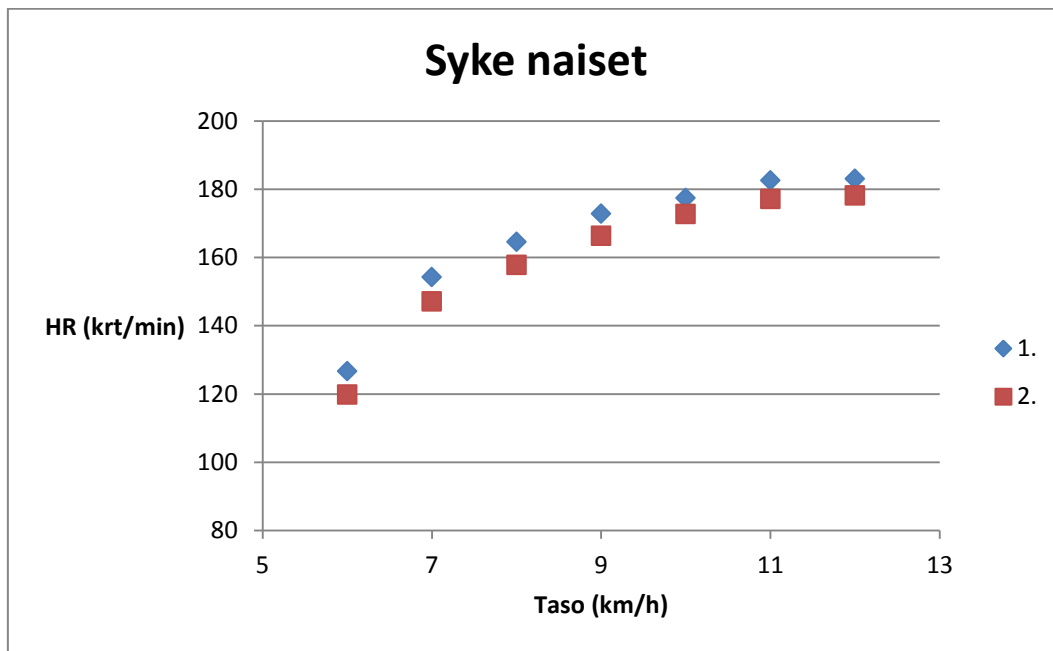
Naiset

Taulukossa 29 on esitelty naisten keskimääräiset sykearvot ja keskihajonta tasoilla 6–12 sekä maksimisyke (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 6–11, ja tasolla 12 muutos on tilastollisesti hyvin merkitsevä. Maksimisyke on huomioitu kaikilta naisilta (n = 52), ja sen arvo on pienentynyt hieman testien välillä, millä ei kuitenkaan ole tilastollista merkitsevyyttä.

TAULUKKO 29. Naisten keskimääräiset sykkeet ja keskihajonta, sekä maksimisyke molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

HR (krt/min)					
Taso (km/h)	1.testi	2.testi	n	95 % CI	P
6	127±17	120±15	41	(3,900 ; 9,661)	0,000***
7	154±16	147±16	47	(4,761 ; 9,537)	0,000***
8	165±15	158±16	49	(4,901 ; 8,732)	0,000***
9	173±14	166±14	45	(4,693 ; 8,329)	0,000***
10	177±12	173±13	36	(2,834 ; 6,444)	0,000***
11	183±13	177±14	24	(3,476 ; 7,357)	0,000***
12	183±12	178±10	17	(1,913 ; 7,852)	0,003**
HR Max	185±12	184±12	52	(-0,877 ; 1,723)	0,517

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut sykkeet ovat pienentyneet testien välillä (kuva 14).



KUVA 14. Naisten keskimääräiset sykearvot molemmissa testeissä

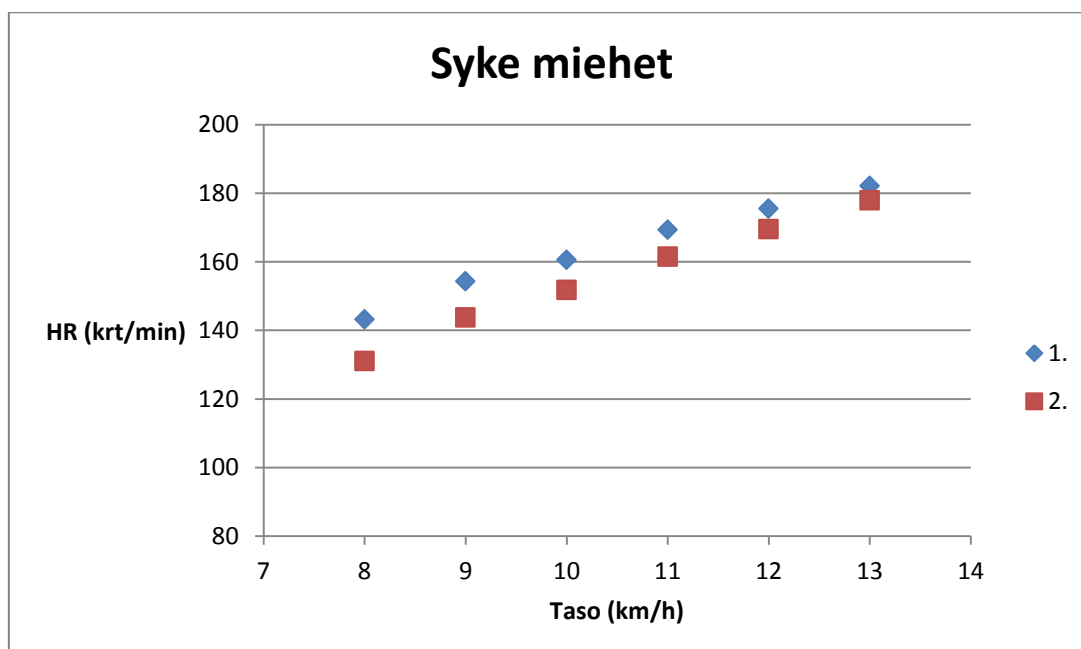
Miehet

Taulukossa 30 on esitelty miesten keskimääräiset sykearvot ja keskihajonta tasoilla 8–13 sekä maksimisyke (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 8 ja 11. Tasoilla 9, 10 ja 12 muutokset ovat tilastollisesti hyvin merkitseviä, ja tasolla 13 tilastollisesti merkitsevä. Maksimisyke on huomioitu kaikilta miehiltä ($n = 14$), ja sen arvo on pysynyt samana kummassakin testissä.

TAULUKKO 30. Miesten keskimääräiset sykkeet ja keskihajonta, sekä maksimisyke molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

HR (krt/min)					
Taso (km/h)	1.testi	2.testi	n	95 % CI	P
8	143±18	131±14	14	(6,405 ; 17,880)	0,001***
9	154±17	144±13	13	(4,250 ; 16,980)	0,003**
10	161±16	152±14	14	(3,844 ; 13,728)	0,002**
11	169±15	162±13	14	(4,510 ; 11,061)	0,000***
12	175±14	170±14	14	(2,506 ; 9,352)	0,002**
13	182±14	178±14	13	(1,118 ; 7,343)	0,012*
HR Max	190±11	190±11	14	(-2,688 ; 2,545)	0,954

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut sykkeet ovat pienentyneet testien välillä (kuva 15).



KUVA 15. Miesten keskimääräiset sykearvot molemmissa testeissä

Yhteenveto naisista ja miehistä

Sekä naisilla että miehillä sykearvot ovat pienentyneet kahden testin välillä. Naisia oli huomattavasti enemmän kuin miehiä, ja muutokset näkyvät suuremmin naisilla. Miehillä taso oli kovempi, koska sykkeet mitattiin tasoilta 8–13, kun taas naisilla tasoilta 6–12. Tilastollisesti erittäin merkitsevät muutokset näkyivät naisilla tasoilla 6–11, eli lähes kaikilla tasoilla. Miehillä tilastollisesti erittäin merkitsevät muutokset olivat tasoilla 8 ja 11. Kummassakin ryhmässä maksimilaktaatti ei muuttunut testien välillä tilastollisesti merkitsevästi.

6.4.3 Ikäryhmittäin

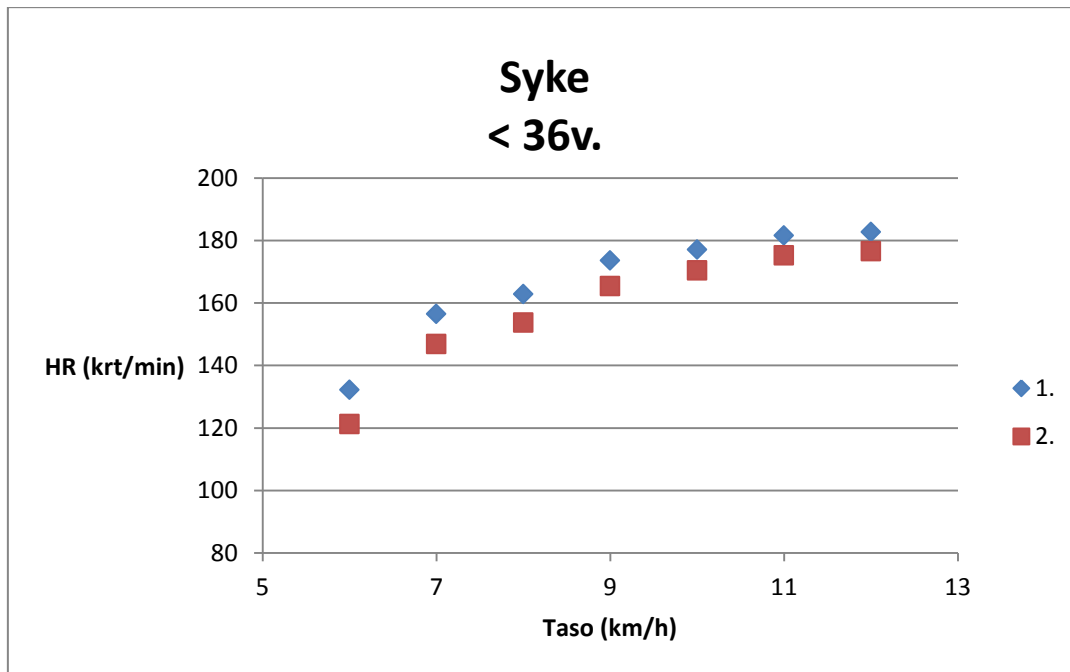
< 36-vuotiaat

Taulukossa 31 on esitelty alle 36-vuotiaiden keskimääräiset sykearvot ja keskihajonta tasoilla 6–12 sekä maksimisyke (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 6–11 ja tasolla 12 tilastollisesti hyvin merkitsevä. Maksimisyke on huomioitu kaikilta alle 36-vuotialta ($n = 29$), ja sen arvo on pienentynyt hieman testien välillä, muttei tilastollisesti merkitsevästi.

TAULUKKO 31. Alle 36-vuotiaiden keskimääräiset sykkeet ja keskihajonta, sekä maksimisyke molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	HR (krt/min)		n	95 % CI	P
	1.testi	2.testi			
6	132±16	121±14	19	(6,250 ; 15,540)	0,000***
7	157±15	147±15	25	(5,799 ; 13,561)	0,000***
8	163±18	154±19	29	(5,796 ; 12,411)	0,000***
9	174±16	165±17	28	(4,885 ; 11,615)	0,000***
10	177±17	170±18	25	(3,372 ; 9,988)	0,000***
11	182±15	175±17	20	(3,578 ; 9,122)	0,000***
12	183±14	177±14	15	(2,230 ; 10,100)	0,004**
HR Max	192±9	191±9	29	(-1,336 ; 2,577)	0,521

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut sykkeet ovat pienentyneet testien välillä (kuva 16).



KUVA 16. Alle 36-vuotiaiden keskimääräiset sykearvot molemmissa testeissä

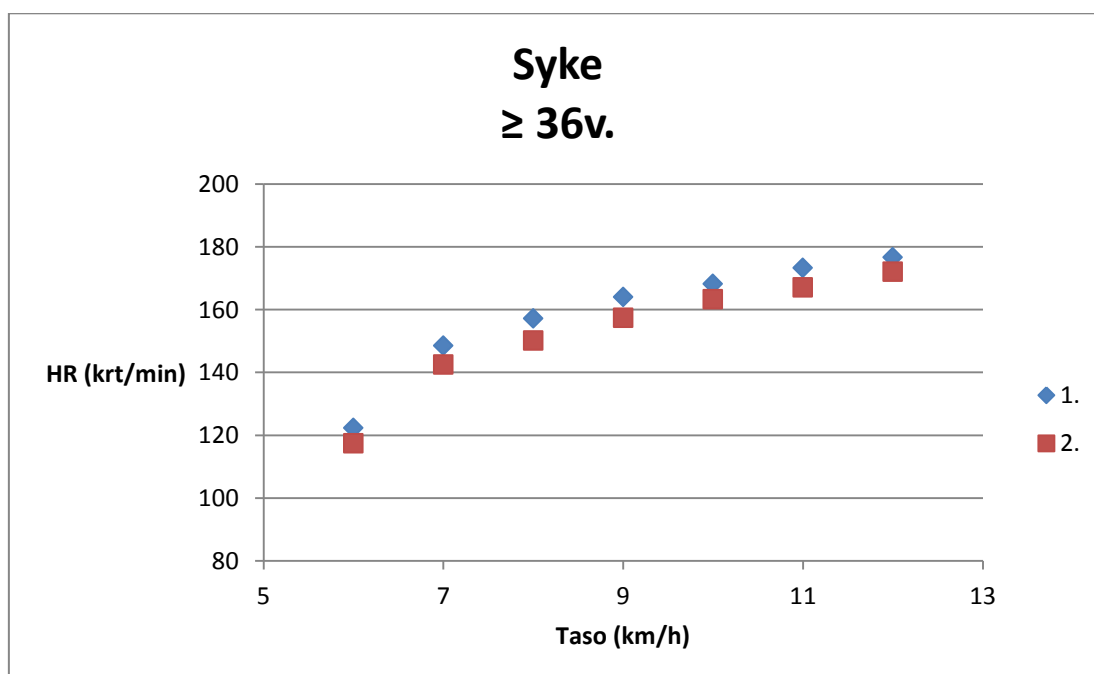
≥ 36-vuotiaat

Taulukossa 32 on esitelty 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien keskimääräiset sykearvot ja keskihajonta tasoilla 6–12 sekä maksimisyke (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 7–12 ja tasolla 6 tilastollisesti hyvin merkitsevä. Maksimisyke on huomioitu kaikilta 36-vuotiailta ja sitä vanhemmilta ($n = 37$), ja sen arvo on pysynyt lähes samana molemmissa testeissä.

TAULUKKO 32. 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien keskimääräiset sykkeet ja keskihajonta, sekä maksimisyke molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

HR (krt/min)					
Taso (km/h)	1.testi	2.testi	n	95 % CI	P
6	122±15	117±15	25	(1,395 ; 8,445)	0,008**
7	149±18	143±18	29	(2,983 ; 8,879)	0,000***
8	157±18	150±19	34	(4,671 ; 9,447)	0,000***
9	164±15	157±15	30	(4,428 ; 8,906)	0,000***
10	168±13	163±14	25	(2,959 ; 6,881)	0,000***
11	173±14	167±12	18	(4,179 ; 8,266)	0,000***
12	177±12	172±12	16	(2,244 ; 6,881)	0,001***
HR Max	181±13	181±12	37	(-1,321 ; 1,483)	0,907

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut sykkeet ovat pienentyneet testien välillä (kuva 17).



KUVA 17. 36-vuotiaiden ja sitä vanhempien keskimääräiset sykearvot molemmissa testeissä

Yhteenveto ikäryhmistä

Kummassakin ikäryhmässä sykearvot ovat pienentyneet kahden testin välillä. Kaikki sykearvot mitattiin tasoilta 6–12. Tilastollisesti erittäin merkitsevät muutokset näkyivät alle 36-vuotiailla tasoilla 6–11 eli lähes kaikilla tasoilla. 36-vuotiailla ja vanhemmilla tilastollisesti erittäin merkitsevät muutokset olivat tasoilla 7–12. Kummassakaan ryhmässä maksimilaktaatti ei muuttunut testien välillä tilastollisesti merkitsevästi.

6.4.4 Tasoryhmittäin

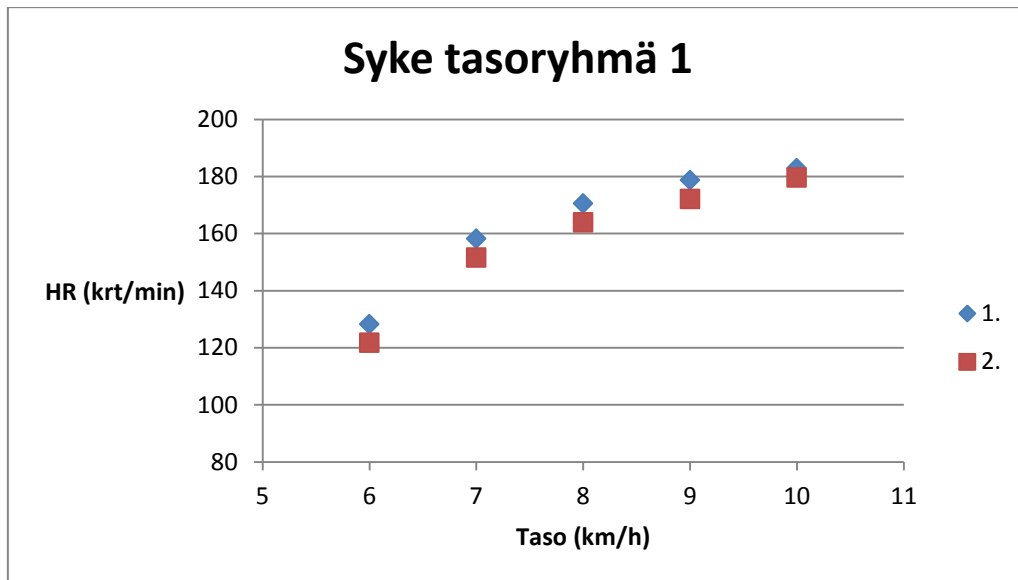
Tasoryhmä 1

Taulukossa 33 on esitelty tasoryhmän 1 keskimääräiset sykearvot ja keskihajonta tasoilla 6–10 sekä maksimisyke (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 7–9 ja tasolla 6 tilastollisesti hyvin merkitsevä. Tasolla 10 muutos ei ole tilastollisesti merkitsevä. Maksimisyke on huomioitu kaikilta tasoryhmään 1 kuuluvilta ($n = 28$), ja sen arvo on pysynyt lähes samana molemmissa testeissä.

TAULUKKO 33. Tasoryhmän 1 keskimääräiset sykkeet ja keskihajonta, sekä maksimisyke molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

HR (krt/min)					
Taso (km/h)	1.testi	2.testi	n	95 % CI	P
6	128±18	122±16	25	(2,240 ; 10,720)	0,004 **
7	158±17	152±16	25	(3,255 ; 9,945)	0,000 ***
8	171±15	164±15	25	(3,848 ; 9,272)	0,000 ***
9	179±13	172±12	21	(3,560 ; 9,583)	0,000 ***
10	183±11	180±9	12	(-0,426 ; 6,926)	0,078
HR Max	182±12	182±11	28	(-2,458 ; 1,315)	0,539

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut sykkeet ovat pienentyneet testien välillä (kuva18).



KUVA 18. Tasoryhmän 1 keskimääräiset sykearvot molemmissa testeissä

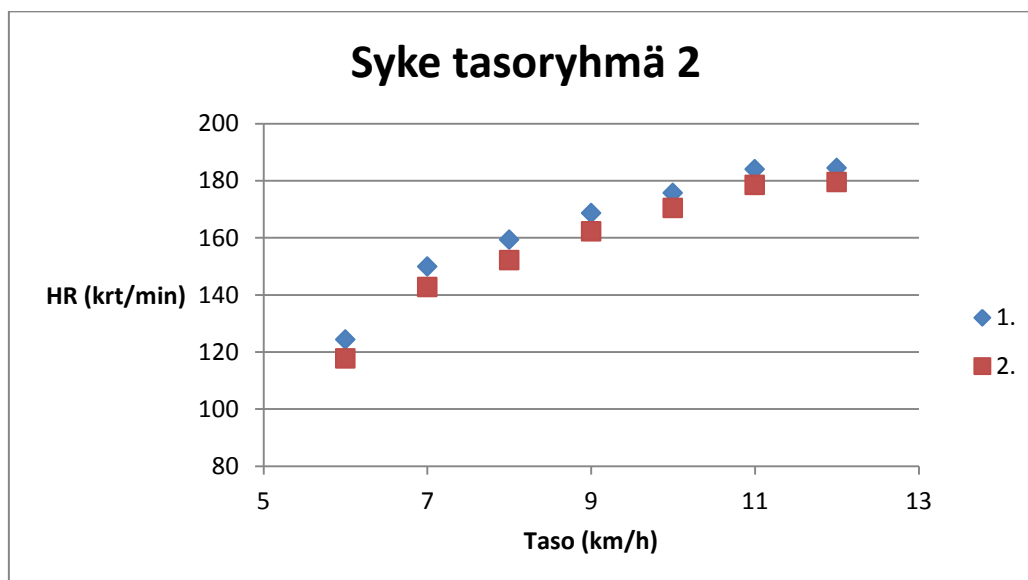
Tasoryhmä 2

Taulukossa 34 on esitelty tasoryhmän 2 keskimääräiset sykearvot ja keskihajonta tasoilla 6–12 sekä maksimisyke (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 6–11 ja tasolla 12 tilastollisesti hyvin merkitsevä. Maksimisyke on huomioitu kaikilta tasoryhmään 2 kuuluvilta ($n = 22$), ja sen arvo on pienentynyt hieman testien välillä, muttei tilastollisesti merkitsevästi.

TAULUKKO 34. Tasoryhmän 2 keskimääräiset sykkeet ja keskihajonta, sekä maksimisyke molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	HR (krt/min)		n	95 % CI	P
	1.testi	2.testi			
6	124±14	118±14	15	(3,127 ; 9,940)	0,001 ***
7	150±14	143±14	21	(3,605 ; 10,871)	0,000 ***
8	159±13	152±14	22	(3,959 ; 10,314)	0,000 ***
9	169±12	162±14	22	(3,789 ; 9,029)	0,000 ***
10	176±12	170±13	22	(2,869 ; 7,585)	0,000 ***
11	184±13	178±13	22	(3,386 ; 7,614)	0,000 ***
12	184±11	179±10	15	(1,517 ; 8,350)	0,008 **
HR Max	189±11	188±11	22	(-0,881 ; 3,153)	0,254

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut sykkeet ovat pienentyneet testien välillä (kuva 19).



KUVA 19. Tasoryhmän 2 keskimääräiset sykearvot molemmissa testeissä

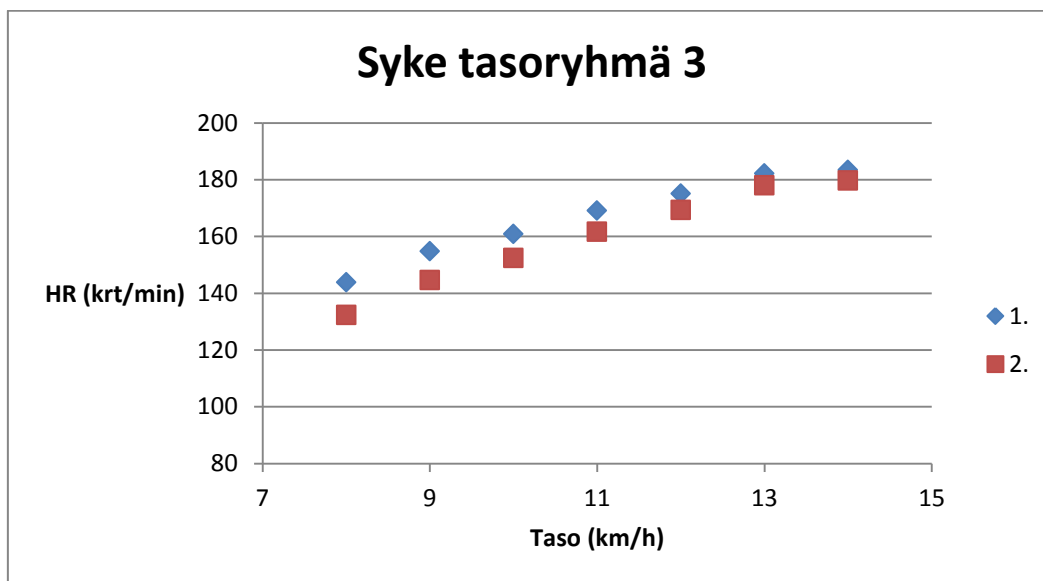
Tasoryhmä 3

Taulukossa 35 on esitelty tasoryhmän 3 keskimääräiset sykearvot ja keskihajonta tasoilla 8–14 sekä maksimisyke (Max) ensimmäisessä ja toisessa testissä. Taulukosta nähdään myös tulosten vaihteluvälit ja tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisesti muutokset ovat erittäin merkitseviä tasoilla 8–12, tasolla 13 tilastollisesti hyvin merkitsevä ja tasolla 14 muutos on tilastollisesti merkitsevä. Maksimisyke on huomioitu kaikilta tasoryhmään 3 kuuluvilta (n = 16), ja sen arvo on pienentynyt hieman testien välillä, muttei tilastollisesti merkitsevästi.

TAULUKKO 35. Tasoryhmän 3 keskimääräiset sykkeet ja keskihajonta, sekä maksimisyke molemmissa testeissä, vaihteluvälit sekä tilastollinen merkitsevyys

Taso (km/h)	HR (krt/min)		n	95 % CI	P
	1.testi	2.testi			
8	144±17	132±14	16	(6,371 ; 16,504)	0,000 ***
9	155±16	145±13	15	(4,684 ; 15,583)	0,001 ***
10	161±16	152±14	16	(4,242 ; 12,758)	0,001 ***
11	169±14	162±13	16	(4,477 ; 10,273)	0,000 ***
12	175±14	169±14	16	(2,796 ; 8,704)	0,001 ***
13	182±13	178±14	16	(1,777 ; 6,723)	0,002 **
14	183±12	180±13	11	(0,380 ; 7,074)	0,032 *
HR Max	189±12	188±12	16	(-1,507 ; 3,007)	0,49

Kuvaajan avulla nähdään, että kaikilla tasoilla mitatut sykkeet ovat pienentyneet testien välillä (kuva 20).



KUVA 20. Tasoryhmän 3 keskimääräiset sykearvot molemmissa testeissä

Yhteenveto tasoryhmistä

Kaikissa tasoryhmissä sykearvot ovat pienentyneet kahden testin välillä. Tasoryhmän 1 sykearvot mitattiin tasoilta 6–10, tasoryhmältä 2 tasoilta 6–12 ja tasoryhmältä 3 tasoilta 8–14. Tilastollisesti erittäin merkitsevät muutokset näkyivät tasoryhmällä 1 tasoilla 7–9, tasoryhmällä 2 tasoilla 6–11 ja tasoryhmällä 3 tasoilla 8–12. Ryhmien maksimisyke pienentyi tai pysyi lähes samana kahden testin välillä, joten muutoksilla ei ollut tilastollista merkitsevyyttä.

6.4.5 Yhteenveto sykkeestä

Kaikissa vertailuryhmissä sykearvot pienentyivät kahden juoksumattotestin välillä submaksimaalisilla vauhdeilla 6–14 km/h. Testihenkilöt saavuttivat saman maksimisykkeen myös uusintatestissä.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa uutta tietoa juoksukoulun vaikutuksista antropometriaan, suorituskyykyyn, sekä laktaatti- ja syketasoihin. Testihenkilöille laadittu neljän kuukauden harjoitteluohjelma testien välille tuotti näkyviä ja erittäin merkittävästi parantuneita testituloksia. Antropometrian tulokset pienentyivät kaikilla, suorituskyydyn muuttujat paranivat kaikilla sekä syke- ja laktaattitasot pienenivät kaikilla. Vaikka tässä työssä ei otettu huomioon sitä, miten testihenkilöt ovat noudattaneet henkilökohtaisia harjoitteluohjelmiaan, voidaan kuitenkin todeta, että harjoittelu on ollut riittävää ja oikeanlaista, koska se on tuottanut tulosta.

Työn kaikilla tarkasteltavilla osa-alueilla kaikissa eri vertailuryhmissä testien väliset muutokset olivat hyvin suuria, ja ne näkyivät myös tilastollisesti erittäin merkitsevinä muutoksina lähes kaikissa vertailuryhmissä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että juoksukoululla on merkittävän suuri vaikutus kehon koostumuksen sekä suorituskyydyn ja juoksunopeuden parantamiseen, vaikka kyseessä olikin lyhytaikainen (4 kk) harjoittelu.

Tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi juoksuharjoittelun suunnittelussa ja kehittämisessä. Tämän tutkimuksen avulla tilaaja voi myös verrata testeissä käyvien kuntoilijoiden tuloksia eri vertailuryhmissä yleisellä tasolla. Jatkotutkimuksia varten tutkimus tuo juoksukoulun monipuoliset hyödyt selkeästi esille. ODL liikuntaklinikan järjestämää juoksukoulua voitaisiin esimerkiksi markkinoida työhyvinvointipaketina työpaikkojen henkilöstöille. Kun halutaan mitata harjoittelun tehoa ja saavuttaa optimaalinen harjoitteluvaikutus, on tärkeää tietää tarkasti oma maksimisyke, sykerajat ja tehoalueet. Juoksukoulu antaa monipuolista tietoa omasta kunnan tasosta ja kehon koostumuksesta sekä henkilökohtaisen harjoitteluohjelman, josta on hyötyä kunnolle ja terveydelle. Liikuntaklinikalla järjestettävä luotettava ja turvallinen testitapahtuma takaa ammattitaitoisen ohjauksen ja kuntoneuvonnan.

Työn tulokset osoittivat, että koko ryhmän antropometrian ja suorituskyydyn osa-alueiden muutokset kahden testin välillä parantuivat tilastollisesti erittäin merkit-

sevästi. Koko ryhmän laktaattiarvot pienentyivät tilastollisesti hyvin ja erittäin merkitsevästi kaikilla tasoilla, ja maksimilaktaatti pysyi lähes samana. Koko ryhmän sykearvot pienentyivät kaikilla submaksimaalisilla tasoilla tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Maksimisyke pysyi lähes samana, mistä voidaan päätellä, että molemmat testit suoritettiin uupumukseen asti, mutta uusintatestissä väsyminen tapahtui kovemmalla juoksunopeudella. Koska sykearvot laskivat submaksimaalisella alueella ja maksimaalinen juoksunopeus oli parantunut, voidaan sanoa, että kuntomuutosta oli tapahtunut kaikilla tehoalueilla.

Työssä oli tarkoituksena jakaa koko ryhmä lisäksi kolmeen vertailuryhmään, jotta ryhmät olisivat lähtötasoltaan tasavertaisempia ja näin ollen tulosten tulkin-
ta myös ymmärrettävämpää. Sukupuolittain jaettuna testien väliset muutoserot olivat selkeämmin havaittavissa. Naisten ja miesten antropometrian tuloksia on järkevämpi tarkastella erikseen, koska esimerkiksi rasvaprosentti naisilla on luonnostaan suurempi kuin miehillä ja miehet ovat keskimäärin pitempiä ja painavampia kuin naiset. Toisaalta, naisilla esimerkiksi kehon painoon voi vaikuttaa myös kuukaudenaika, jota ei tässä työssä ole otettu huomioon. Miehiä tässä työssä oli huomattavasti vähemmän kuin naisia, joten vertailu sukupuolittain ei ollut tasavertaista. Jos miehiä olisi ollut enemmän, tulosten muutoserot olisivat todennäköisesti näkyneet suuremmin ja tilastollisesti merkitsevämmin.

Suorituskyvyn muuttujat olivat jo lähtötasoltaan miehillä suurempia eli parempia kuin naisilla. Kuitenkin sekä naiset että miehet paransivat tuloksiaan suorituskyvyn kaikilla osa-alueilla tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Myös laktaatti- ja sykearvoista nähdään, että miehet olivat kovempikuntoisia kuin naiset. Miehillä arvot on mitattu juoksumaton tasoilta 8–14 km/h ja naisilla tasoilta 6–12 km/h. Kummassakin ryhmässä kaikkien tasojen laktaatti- ja sykearvot pienentyivät tilastollisesti hyvin ja erittäin merkitsevästi. Testien väliset muutoserot näkyivät suuremmin naisilla kuin miehillä. Tämä voi osittain johtua siitä, että harjoittelun avulla saavutetut tulokset ja kehitys on huomattavampaa niillä, jotka ovat lähtötasoltaan heikompikuntoisia. Naisilla maksimilaktaatti ja maksimisyke olivat pienempiä kuin miehillä.

Jotta vertailuryhmät olisivat tasavertaisemmat, koko ryhmä jaettiin kahtia myös ikäryhmittäin, koska toisaalta ikä vaikuttaa muun muassa kehon koostumukseen, aineenvaihduntaan ja sykkeeseen kuntotasosta riippumatta. Alle 36-vuotiaiden antropometrian muuttajat olivat lähtötasoltaan pienempiä kuin 36-vuotiailla ja sitä vanhemmilla. Kahden testin väliset muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä vain vanhempien ikäryhmässä ja nuoremmilla muutosta ei juuri tapahtunut. Myös suorituskyyppiin muuttajat olivat lähtötasoltaan parempia nuorempien ryhmässä. Molemmissa ikäryhmäluokissa tulokset kuitenkin parantuivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi kahden testin välillä.

Laktaatti- ja sykearvot mitattiin juoksumaton tasoilta 6–12 km/h molemmissa ikäryhmäluokissa. Laktaateissa muutoserot olivat suurempia ja myös tilastollisesti erittäin merkitseviä 36-vuotiailla ja vanhemmilla. Alle 36-vuotiailla laktaattiarvot eivät pienentyneet yhtä rajusti kuin vanhempien ryhmässä, eivätkä muutokset olleet tilastollisesti merkitseviä. Sykkeiden osalta muutokset olivat selkeämmät. Sykearvot pienenevät kaikilla tasoilla erittäin merkitsevästi kummassakin ryhmässä, eikä eroja ryhmien välillä juuri ollut. Tuloksista nähdään myös iän vaikutus maksimisykkeeseen, joka oli korkeampi alle 36-vuotiailla kuin sitä vanhemmilla.

Koko ryhmä jaettiin vielä tasoryhmittäin kolmeen osaan, joissa verrattavat olivat lähtötasoltaan samalla kuntotasolla. Näin voitiin verrata kehitystä erikseen huonopikuntoisten, keskitasoisten ja kovakuntoisten kesken. Kuntotaso määriteltiin juoksumattotestissä maksimaalisen hapenottokyvyn mukaan. Tasoryhmittäin eriteltynä tuloksista havaittiin selkeästi, että muutoserot kahden testin välillä olivat sitä suurempia, mitä heikompi kuntoisia (mitä pienempi $VO_2\text{max}$ -arvo) testihenkilöt olivat lähtötasoltaan ja mitä suurempia antropometrian muuttajat olivat alussa.

Tasoryhmän 1 antropometrian tulokset pienentyivät tilastollisesti hyvin ja erittäin merkitsevästi kahden testin välillä. Tasoryhmän 2 tulokset pienentyivät tilastollisesti merkitsevästi ja hyvin merkitsevästi. Tasoryhmällä 3 suurin pudotus näkyi ainoastaan viskeraalirasvan pinta-alassa, jossa muutos oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Lähtötasoltaan suorituskyyppiin muuttajat olivat suurimmat eli

parhaimmat tasoryhmällä 3, keskitasoiset ryhmällä 2, ja heikoimmat ryhmällä 1. Kaikki kuitenkin paransivat tuloksiaan ja muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä kaikissa tasoryhmissä. Ainoastaan tasoryhmän 1 juoksunopeus parantui tilastollisesti hyvin merkitsevästi, ja muissa ryhmissä erittäin merkitsevästi.

Kaikkien tasoryhmien laktaattiarvot kaikilla tasoilla pienenivät kahden testin välillä. Tasoryhmällä 1 tulokset mitattiin tasoilta 6–10, joista tasoilla 7–9 muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tasoryhmällä 2 tulokset mitattiin tasoilta 6–12, joista tasoilla 8–10 muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tasoryhmällä 3 tulokset mitattiin tasoilta 8–14, joista tasoilla 10–13 muutokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tasoryhmillä 1 ja 2 maksimilaktaatti kasvoi, mutta tasoryhmällä 3 maksimilaktaatti pienentyi kahden testin välillä. Maksimilaktaatti oli suurin tasoryhmällä 3 ja pienin tasoryhmällä 1.

Kaikissa tasoryhmissä sykearvot pienentyivät kahden testin välillä. Tasoryhmän 1 sykearvot mitattiin tasoilta 6–10, tasoryhmältä 2 tasoilta 6–12 ja tasoryhmältä 3 tasoilta 8–14. Tilastollisesti erittäin merkitsevät muutokset näkyivät tasoryhmällä 1 tasoilla 7–9, tasoryhmällä 2 tasoilla 6–11 ja tasoryhmällä 3 tasoilla 8–12. Ryhmien maksimisyke pienentyi tai pysyi lähes samana kahden testin välillä, joten muutoksilla ei ollut tilastollista merkitsevyyttä. Maksimisyke oli korkein tasoryhmällä 3 ja pienin tasoryhmällä 1.

Tämän työn tulosten avulla voidaan korostaa liikunnan tärkeyttä yhdessä teoriataustan tuen kanssa. Tuloksista nähdään, että säännöllinen liikunta parantaa kehon koostumusta, aerobista tehoa, juoksunopeutta, sekä pienentää laktaatin muodostumista ja työsykettä sukupuolesta, iästä tai kunnosta riippumatta. Suorituskyvyn parantamisella on tutkitusti hyötyä terveydelle. Koska hapenottokyky paranee, myös kestävyys, hengitys- ja verenkiertoelimistön toiminta, aineenvaihdunta sekä lihasten hapen- ja energiankäyttö tehostuvat ja kehittyvät. Elimistön kyky työskennellä aerobisesti paranee, samoin lihakset pystyvät käyttämään paremmin glykogeenia hyväkseen. Kun aerobinen kestävyys paranee, sydänlihaksen kunto paranee ja myös riski sairastua sydämen ja verenkierto-

toelinten sairauksiin pienenee. Kun laktaatin muodostuminen vähenee, happamoituminen eli lihasten suorituskyvyn heikentyminen pienenee.

Työn lopputulokset ovat luotettavia, vaikka virhemarginaalia syntyi jossain määrin. Alkuperäisissä tuloksissa oli tulkinnanvaraa, koska ne oli kirjattu käsin erillisille papereille. Testaaja ja tulosten kirjuri on ollut testien aikana sama henkilö, ja testit on suoritettu samoilla mittauslaitteilla ja -menetelmillä kaikille testattaville. Näin on voitu minimoida kaikki mittauksen aikana mahdollisesti syntyvät mitausvirheet. Juoksumattotesti suoritettiin epäsuoralla VO_2max -mittausmenetelmällä, mihin osaltaan liittyy enemmän virhelähteitä kuin suorassa menetelmässä. Tulosten kirjaaminen mapista SPSS-ohjelmaan oli tarkkaa ja työlästä, mikä osaltaan voi johtaa näppäilyvirheisiin. Tulosten tarkistuksessa ei kuitenkaan näkynyt poikkeavia merkintöjä tai epätodellisia arvoja.

Alkuperäinen osallistujamäärä pieneni melko paljon, koska kaikki testattavat eivät osallistuneet kumpaankin testitapahtumaan tai osalla tuloksissa oli puutteita. Kaikki vertailuryhmät eivät siis olleet tasavertaisia osallistujamäärään nähden, ja joissakin tuloksissa otosvaihtelu oli hyvinkin suuri. Esimerkiksi tietyillä juoksunopeustasoilla otos oli alle kymmenen henkilöä ($n < 10$), joten ne tulokset jätettiin kokonaan huomioimatta. Muutamit huonoimmat ja parhaimmat tulokset ovat jääneet siis kokonaan huomioimatta, eikä työ näin ollen anna todellista kuvaa ko. testiryhmän tuloksista. Tästä syystä tuloksia piti analysoida ja tulkita varoen.

Alkuperäisissä suorituskyvyn tuloksissa kaikki km/h-muodossa olevat nopeudet aiottiin jälkeinpäin muuttaa min/km-muotoon, sillä kyseinen nopeusyksikkö on yleisemmin juoksijoiden käytössä. Tämä muutos olisi kuitenkin vaatinut suuren työn ja useita eri vaiheita, joten alkuperäisessä yksikkömuodossa päätettiin pysyä.

Opinnäytetyön aihe tuntui aluksi haastavalta, mutta samalla monipuoliselta ja erittäin mielenkiintoiselta tutkimukselta. Haastavuus helpottui sitä mukaan, kun aiheeseen perehtyi kunnolla ja sai tarpeen vaatiessa lisätietoa, ohjausta ja neuvoa työn tilaajalta ja ohjaavalta opettajalta. Opinnäytetyöprosessi on ollut erittäin opettavainen ja hyödyllinen. Työn ohella pääsin itsekin liikuntaklinikalle suo-

rittamaan kehonkoostumusmittauksen sekä juoksumattotestin, joiden avulla sain tietoa omasta peruskestävyydestä ja kunnon tasosta sekä kehon koostumuksesta. Opin paljon uutta tietoa ja pääsin tutustumaan erilaisiin laitteisiin liikuntaklinikan tiloissa. Ymmärrys ja mielenkiinto aihetta kohtaan kasvoi työtä tehtäessä, mikä innoitti ja motivoi liikkumaan ja harrastamaan lenkkeilyä entistä enemmän ja tehokkaammin.

Työtä oli erittäin antoisa tehdä, koska sen tulokset olivat merkittäviä ja jatkonkin kannalta hyödyllisiä. Tietämys omasta kestävyyskunnosta yhdessä oikeaoppisen harjoittelun kanssa antavat hyvät lähtökohdat oman suorituskyvyn kehittämiseen ja kunnon parantamiseen. Opinnäytetyön tulosten perusteella haluankin korostaa liikunnan tärkeyttä ja todeta, että koskaan ei ole liian myöhäistä aloittaa.

LÄHTEET

1. Mitä kehossa ja mielessä tapahtuu – liikunnan hyödyt. 2009. Keho- ja liikuntaklinikka. Saatavissa: <http://www.tohtori.fi/?page=0708511&id=7180332>. Hakupäivä 9.1.2014.
2. Ahonen, Jarmo – Sandström, Marita 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. 1. painos. VK-Kustannus Oy.
3. Häkkinen, Keijo – Kallinen, Mauri – Keskinen, Kari L. 2007. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 161. 2. uudistettu painos. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry.
4. Mustajoki, Pertti 2012. Painoindeksi (BMI). Terveyskirjasto. Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01001. Hakupäivä 27.11.2013.
5. Painoindeksi ja vyötärön ympärys. 2012. Suomen sydänliitto. Saatavissa: <http://www.sydänliitto.fi/painoindeksi-ja-vyotaronymparys>. Hakupäivä 27.11.2013.
6. Rasvaprosentin mittaaminen. 2009. Keho- ja liikuntaklinikka. Saatavissa: <http://www.tohtori.fi/?page=7481805&id=6362126>. Hakupäivä 8.1.2014.
7. Mitä rasvaprosentti kertoo? 2014. Rasvanpoltto. Saatavissa: <http://rasvanpoltto.org/laskurit/rasvaprosentti/rasvaprosenttilaskuri.html#.Us0tmbRdya4>. Hakupäivä 8.1.2014.
8. Vyötärön ja lantion suhde. Kuntoplus. Saatavissa: <http://kuntoplus.fi/hyvinvointitestit/vyotaron-ja-lantion-suhde>. Hakupäivä 8.1.2014.

9. Heinonen, Liisa 2011. Vyötärön ympäryksen mittaaminen. Terveyskirjasto. Saatavissa:
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dik00043&p_haku=vy%C3%B6t%C3%A4r%C3%B6n%20ymp%C3%A4rysmitta. Hakupäivä 8.1.2014.
10. Body Composition Methods: Comparisons and Interpretation. 2008. National Center for Biotechnology Information. Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2769821/>. Hakupäivä 8.1.2014.
11. InBody720 – luotettavin valinta ammattikäyttöön. 2014. InBody. Saatavissa: <http://www.inbody.fi/tuotteet/inbody720/>. Hakupäivä 12.2.2014.
12. Bodyfat monitor. 2012. NationwideHRT. Saatavissa: <http://nationwidehrt.com/?p=609>. Hakupäivä 12.2.2014.
13. The FUTREX-6100. 2013. Futrex, inc. Saatavissa: <http://www.futrex.com/products/market-solutions/futrex-6100>. Hakupäivä 12.2.2014.
14. Kutinlahti, Eija 2012. Maksimaalinen hapenottokyky kestävyyskunnan mittarina. Terveyskirjasto. Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01038&p_haku=maksimaalinen%20hapenottokyky. Hakupäivä: 8.1.2014
15. Nummela, Ari. Kestävyysominaisuuksien testaaminen. Kuntotestauksen perusteet. Liikuntalääketieteen ja testaustoiminnan edistämisyhdistys liite ry.
16. Juoksumattotestin tuloraportti syksyltä 2013. Oulun Diakonissalaitos: Liikuntaklinikka.

17. Syke. 2012. Suomen Urheiluliiton Julkaisut Oy. Kunto ja terveys. Saatavissa: <http://www.kuntolehti.com/terveys/syke/>. Hakupäivä 16.1.2014.
18. Kantaneva, Marko. Syke kertoo paljon. Huippukuntoon. Saatavissa: <http://huippukuntoon.fi/liikunta/syke-kertoo-paljon>. Hakupäivä 16.1.2014.
19. Martikkala, Vesa 2002. Maitohappo kangistaa – Mitä se on? Microsoft PowerPoint -diaesitys. Oulun Liikuntalääketieteellinen Klinikka.
20. Kaikkonen, Hannu syksy 2013 – kevät 2014. Testauspäällikkö. Oulun Diakonissalaitos, Liikuntaklinikka. Keskustelut opinnäytetyön ohjauksen aikana.
21. Juoksukoulun tulokset keväältä 2012. Oulun Diakonissalaitos: Liikuntaklinikka.

JUOKSUKOULUN MALLIOHJELMA

Harjoitteluohjelmat suunniteltiin yhteistyössä asiakkaan kanssa omat pakolliset menot huomioiden. Tämä saattoi vaikuttaa jonkin verran päivärytmyykseen. Aiempi harjoitustausta huomioiden harjoituskuormaan lisättiin hieman harjoituskertoja/vko tai yksittäisen harjoituksen kestoja tai tehoa. Harjoitteluohjelmista ensimmäinen oli aloittelijalle, toinen aiemmin 2–3x viikossa liikkuneelle ja kolmas aiemmin 3–4x viikossa liikkuneelle suunniteltu ohjelma (taulukko 1).

Viikkorytmyksenä käytettiin 2:1 eli kahta kuormittavaa viikkoa seurasi yksi kevyt, palauttava viikko. Tehoalueet: PK (peruskestävyys) hieman aerobisen kynnyssykkeen alapuolella, PK Pitkä, aerobinen kynnyssyke -10–15. VK (vauhtikestävyys) aerobisen ja anaerobisen kynnyssykkeen puoliväli. Aloittelijoilla kevytkin juoksu saattaa nousta vauhtikestävyyspuolelle eli alussa harjoitus toteutuu reipasta kävelyä ja kevyttä hölkkää vuorotellen. Oheislajina oli vapaavalintainen harrastus. Palauttavilla viikoilla tehoharjoitus (VK) jäi pois ja muutenkin harjoituksia lyhennettiin. Yhdeksän viikon jälkeen ohjelmaa kovennettiin lisäämällä VK-osuuden kestoja ja viikon PK Pitkä tehtiin entistä pidempänä.

TAULUKKO 1. Harjoittelun viikko-ohjelma.

	1.	2.	3.
Ma	Lepo	Lepo	Lepo
Ti	PK5VK5PK5VK5... (40min)	PK15VK15-30PK15 (45–60min)	PK15VK45PK15 (75min)
Ke	Lepo	Lihaskunto	PK (60–75min)
To	PK (30–45min)	PK (60–75min)	PK (60–75min)
Pe	Lepo	Lepo	Lepo
La	PK Pitkä (60–75min)	PK Pitkä (90min+)	PK Pitkä (120min)
Su	Oheislaji	Oheislaji	Oheislaji